# 单相电动机修理自学指导

松　柏　　编著

北京科学技术出版社

# 内 容 简 介

无师自通是本书特点。本书融汇了作者独特的实践经验，如单相电动机绕组的冷拆法，电动机绕组展开分解图及各部位详细命名法，线把多根断头的连接法，单相电动机绕组通电烘干法，万用绕线模具的制造等等。本书共分十四章，第一章至第五章为修理单相电动机的基础知识，第六章至十一章分门别类详细介绍了 29 种 2 极至 4 极单相电动机绕组展开分解图及下线方法，在各种绕组展开图后面分别介绍了 195 种不同型号单相电动机的铁芯和绕组的技术数据。只要按本书所述操作，即能掌握更换各种单相电动机绕组及维修的全套技术。

本书适合初学者学习，适合电动机修理工、维修电工、或一般电工学习参考，可作职业学校、中专、大专院校有关专业师生实践补充参考教材。

# 前　言

修理电动机的技术好比一层“窗户纸”，一捅就透。但为捅破这层“窗户纸”二十多年前我历尽千辛万苦，为看不见的电流、摸不着的磁场，猛攻理论书籍，结果还是败阵书山。只能另辟捷径，求师学艺。几经周折，胜过鲁班学艺，当陆续掌握修理电动机这门技术后，方知其技术简单，这层“窗户纸”捅透得很容易，经此深刻体会我立志写一本使读者通过看书就能学会修理电动机技术的书，让所有愿学修理电动机技术的人，不再走我所走过的弯路。

为实现写书计划，从 1977 年开始我用自编的书稿作教材组织电动机的面授班、函授班。经过反复修改，初稿于 1985 年定稿。当时出书困难重重，多处碰壁，无奈之下，书稿压了多年。在改革开放的大好形势下，重新拿出原稿实施当初计划。本书内容的好坏自由读者去评价，如它对你有所帮助，就是我最大的心愿。

为达到读者看书就能学会修理电动机的目的，我校负责解答读者在看书和实践中遇到的难题。另外，我校还举办三相电动机修理技术技术函授班；同时为读者办理邮购全套修理电动机的工具（工具照片见封底）和原材料，愿读者与作者融为一体，形成良好循环。

本书内容属长期实践的总结，未免有一定局限性。由于编者业务水平所限，书中缺点错误在所难免，欢迎读者来信指正。通信地址：河北遵化市电动机维修技校。

邮政编码：064200　　　　电话：0315 —6615570

编　者

1997 年 11 月

# 目　　录

# 第一章 电的基础知识

## 第一节 磁场

如果在一根永久磁铁周围的空间中，放一根能自由转动的磁针，磁针将指向磁铁。若将磁铁拿开，磁针就转回到它原来的位置。由此可知，在磁针上作用着某种固定的力，这个力叫做磁力。

磁铁、运动的带电体或载有电流的线圈，其周围空间有磁力作用，这种空间称为磁场。

磁铁各部分吸引铁和某些金属的本领是不同的，实验证明，在磁铁的两端磁性最强，这两端叫做磁极。其中，指北的一端叫北极，用 N 表示；指南的一端叫南极，用 S 表示。两磁极之间，同极性相斥，异极性相吸。这种极间的相互作用，是通过磁铁周围空间的磁场来实现的。

磁场的形状和强弱，常用磁力线来表示。在磁铁外部，磁力线的方向总是从 N 极出发回到 S 极。而在磁铁内部，磁力线由 S 极回到 N 极。因此，磁力线无头无尾，不能中断，构成一个闭合的环路，如图 1–1 所示。

图 1–2 表示了异极性相吸时的磁力线分布，这时的磁力线像是有弹性的橡皮筋一样，长度被缩短了。

图 1–3 所示为同极性相斥时的磁力线分布，从图可看出，磁力线互不相交，并具有互相向侧面排斥的特性。

磁力线的疏密程度，通常表明了磁场的强弱。在磁场强的地方，磁力线比较密；在磁场弱的地方，磁力线比较疏；在磁场均匀的地方，磁力线疏密均匀并互相平行。以上说明

磁力线的疏密与磁场的强弱成正比。

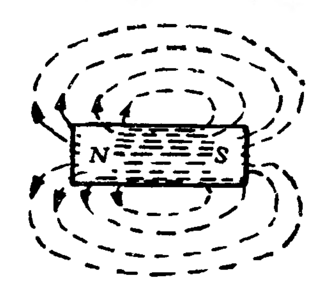


图 1—1 磁力线的闭合路径

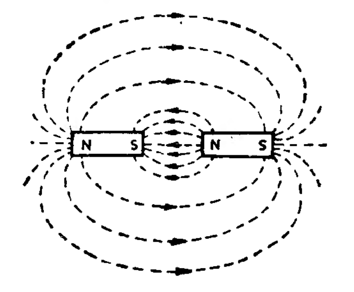


图 1—2 异极性相吸的磁力线分布

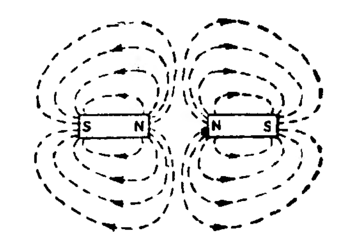


图 1—3 同极性相斥的磁力线分布

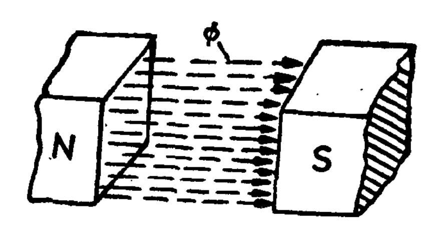


图 1—4 均匀磁场的磁力线

磁力线易于通过铁和其他铁磁物质。

为了进行磁场中各物理量的定性分析，首先引用磁通量这个物理概念。磁通量就是通过某一面积内的磁力线条数。磁通量用韦伯（简称韦）作单位。

$$1韦=1特\times 1米^2$$

因为磁通量是通过某一面积的磁力线总和，不能说明在这一面积上磁力线分布的疏密情况，所以有必要引出单位面积的磁力线数这个概念，叫做磁通量密度。

磁通量一般用字母 $\varphi$ 代表，磁通量密度一般用字母 $B$ 代表。如果用 $S$ 表示磁通量所通过的垂直面积，那么磁通量密度可写成：

$$B=\frac{\varphi}{S}\text{(特)} \tag{1-1}$$

式中 $B$ 为磁通量密度，单位是特；$\varphi$ 为磁通量,单位是韦；$S$ 为磁通量所通过的垂直面积,单位是米$^2$。

$$1\text{特}=1\text{韦}/\text{米}^2=10^4\text{高斯}$$

当面积 $S$ 与磁通量 $\varphi$ 不互相垂直时(图 1-5)，式（1-1）可表示为

$$B=\frac{\varphi}{S\cdot\cos\alpha}\text{(特)} \tag{1-2}$$

式中 $\alpha$ 为面积 $S$ 与垂直有效面积的夹角。

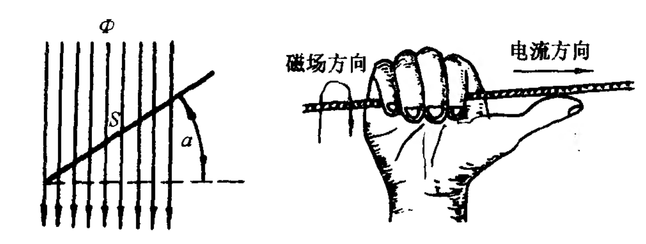



图 1-5 当面积 $S$ 与磁通 $\varphi$ 不相垂直时的示意图

图 1-6 右手螺旋定则示意图

如果将一根直长导体通入直流电，并把磁针放在通电导体的附近。可以看出，当导体电流方向改变时，磁针转动的

高斯为非许用单位。

方向也随着改变，这表明通电导体周围有磁场存在。

磁场的方向与电流的方向有一定的关系，这个关系用右手螺旋定则来确定，如图 1–6 所示。当螺旋前进的方向与导体电流的方向一致时，螺旋旋转的方向就表示磁力线的方向。为了帮助记忆，可以用右手握持导体，伸直拇指，使拇指指向电流的方向，其余四指围绕的方向就是磁场的实际方向。

在实际工作中，常常把导线一圈一圈绕成圆筒形线圈，这种线圈叫螺线管。当电流通过螺线管时，也会产生磁场，其磁力线的分布情况如图 1–7 所示。它和条形永久磁铁的磁场分布很相似。

螺线管磁力线的方向，同样可用右手螺旋定则来确定。此时，用右手的四指握持线圈（图 1–8），四指指着电流方向，大拇指所指的便是磁力线方向

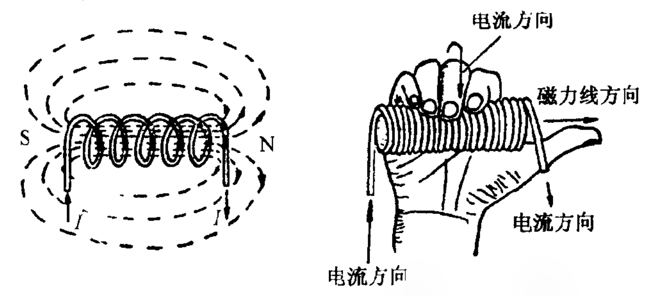



图 1–7 通电线圈的磁场　　图 1–8 右手螺旋定则示意图

从物理意义上可以理解，螺线管内通过的电流越大，线圈匝数越多，所产生的磁场便越强。也就是说，磁场的强弱（即磁通量密度 $B$ 的大小）决定于通过的电流 $I$ 和线圈的匝数 $N$，或者说磁通量密度与 $IN$ 的乘积成正比。电流和线圈

匝数的乘积 $IN$ 称为磁动势（简称磁势），它的作用是产生磁力线，建立磁场。磁动势的单位为安培匝数（简称安匝）。

## 第二节 电磁感应

将一根导线放在均匀磁场中，导线的两端上接一电流计，构成闭合回路，如图 1–9 所示。当导线以一定速度垂

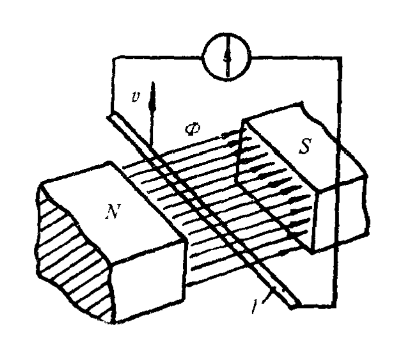



图 1–9 电磁感应现象示意图

直于磁力线运动时，电流计的指针发生偏转。这个现象说明，只要导线和磁场发生了相对运动（或者说导线切割了磁力线），在导线中就会产生感应电势和电流，这种现象叫做电磁感应。

由上述试验可知，导线中感应电势的大小，决定于磁场的磁通量密度 $B$、导线在磁场中的运动速度 $v$ 以及导线的有效长度 $l$（即位于磁场范围内的导线长度）。其感应电势的大小可由下式表示:

$$e = Blv(\text{V}) \tag{1-3}$$

式中 $B$ 的单位用韦／米$^2$；$l$ 的单位用米；$v$ 的单位用米／秒；感应电势 $e$ 的单位用伏。若 $B$ 的单位为高斯，$l$ 的单位为厘米，$v$ 单位为厘米／秒，而 $e$ 的单位仍为伏，则式（1−3）可改写为

$$e = Blv \times 10^{-8}(\text{V}) \tag{1-4}$$

当导线的运动方向与磁力线方向间的夹角为 $\alpha$ 时，垂直于磁场的速度分量为 $v \cdot \sin\alpha$，则式（1−4）可表示为

$$e = Blv\sin\alpha \times 10^{-8}(\text{V}) \tag{1-5}$$

在常见的电动机及电测仪表中，导线的运动方向都与磁场方向垂直，这时其感应电势最大。当导线的运动方向与磁场方向平行时，感应电势为零，因为这时导线并不切割磁力线。

导线上感应电势的方向，可用右手定则来确定，如图 1−10 所示。右手的掌心迎着磁力线，拇指指向导线运动速度 $v$ 的方向，伸直的四指所指的方向即为感应电势 $e$ 的方向。

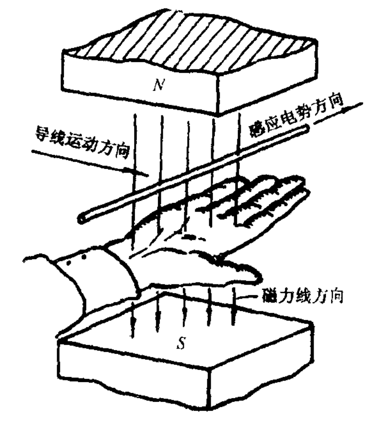


图 1−10 右手定则

电磁感应现象不仅表现在导体运动切割磁力线时，还表现在处于变化磁场中的导体上也存在感应电势。穿过一单匝线圈的磁通发生变

化时（图 1−11），线圈上产生感应电势的大小，与线圈内磁通变化的速度（就是单位时间内磁通变化的数值，又叫磁通的变化率）成正比。

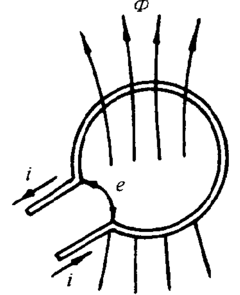



图 1−11 单匝线圈的感应电势

例如，在一个单匝线圈中，原有的磁通为 $\varphi_1$，变化后的磁通为 $\varphi_2$，则磁通的变化量为 $\triangle\varphi=\varphi_2-\varphi_1$。如果用 $\triangle t$ 来表示磁通变化所需的时间，那么磁通的变化率就是 $\frac{\triangle\varphi}{\triangle t}$。因此，单匝线圈中产生的感应电势可用下式表示：

$$e=-\frac{\triangle\varphi}{\triangle t}(\mathrm{V}) \qquad (1-6)$$

式中 $\triangle\varphi$ 的单位为韦；$\triangle t$ 的单位为秒；$e$ 的单位为伏。式中的负号表示感应电势所产生的感应电流反抗磁通的变化。式（1−6）所表示的关系，叫做电磁感应定律。

式（1−6）说明，当通过单匝线圈的磁通变化率为 1 韦／秒（也就是 $10^8$ 麦／秒)时，线圈中产生 1 伏的感应电势。因此，$N$ 匝线圈中所产生的感应电势可按下式计算：

$$e=-N\frac{\triangle\varphi}{\triangle t}\times 10^{-3}(\mathrm{V}) \qquad (1-7)$$

式中 $e$ 为感应电势，单位是伏；$N$ 为线圈匝数；$\triangle\varphi$ 为线圈中磁通的变化量，单位是麦；$\triangle t$ 为磁通变化$\triangle\varphi$ 所需的时间，单位是秒。

根据式(1-7)，可以从已确定的磁通方向（也就是电流方向）及其变化量的正、负来判断感应电势 $e$ 的实际方向。例如，当磁通不断增加时，$\triangle\varphi$ 是个增量，取正值。代入式(1-7)，得出感应电势 $e$ 等于负值，说明此时感应电势的实际方向是反抗原磁通增加的。

当磁通减少时，$\triangle\varphi$ 是个减量，取负值，代入式(1-7)，得出感应电势 $e$ 等于正值，说明此时感应电势的实际方向是阻止原磁通减少的。

## 第三节　磁场对通电导体的作用

在通电导体周围存在着磁场，若把通电导体放到其他磁场里，通电导体会被推动，根据磁力线具有互相排斥和缩短自己长度的特性，可以解释通电导体在磁场中为什么会受力以及受力的方向。图 1-12（a）为一对磁极间的磁场；（b）为通电导体产生的磁场；（c）为通电导体放入磁场后的合成磁场。从图 1-12（c）中明显看出，在导体的上方，两个磁场磁力线方向相同，结果使磁通量密度增加，磁力线较密；在导体的下方，两个磁场磁力线方向相反。合成磁场减弱，磁力线较疏。由于磁力线具有缩短自己长度的特性，从而产生了把通电导体向下推动的作用力。

实验证明，当通电导体与磁力线的方向垂直时，磁场对通电导体的作用力与通电导体中的电流、磁通量密度及在磁场中的导体长度成正比。即

$$F=\frac{1}{9.81}BlI(\mathrm{kg}) \qquad (1-8)$$

式中 $F$ 为导体所受的力，单位是千克；$B$ 为磁通量密度，单位是韦／米$^2$；$l$ 为导体的有效长度（即位于磁场中的长度），单位是米；$I$ 为通过导体的电流，单位是安。

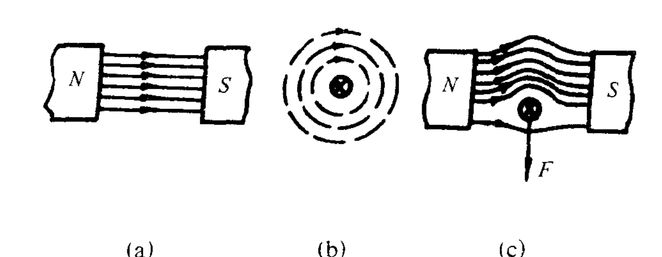



图 1-12 磁场对通电导体的作用

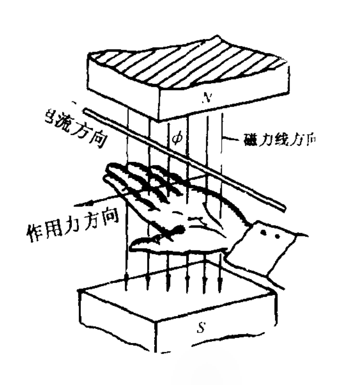



图 1-13 左手定则

通电导体受力的方向，可以用左手定则来判断。将左手的掌心迎着磁力线，四指指向导体电流的方向，则拇指所指的方向，就是导体受力的方向（图 1-13）。

如果通电导体与磁场的方向不是互相垂直，而是成 $\alpha$ 角，则导体所受的作用力为

$$F=\frac{1}{9.81}BlI\cdot\sin\alpha(\mathrm{kg}) \qquad (1-9)$$

# 第四节　正弦交流电

现代工业、农业、交通运输业、通信事业等所需要的电气设备，大都采用交流电。即使在需要直流电的场合，往往也是将交流电通过整流设备变换为直流电，如各种电子仪器中的直流电源、直流电动机的电源、交流发电机的可控硅励磁等。

交流电之所以得到如此广泛的应用，主要是因为它在生产、输送和使用方面比直流电优越得多。首先，在交流电路中，可以应用变压器将电压升高或降低。输电时，将电压升高，扩大电能的输送距离和减小损耗；用电时，再将电压降低，既能保证安全，又能降低对设备绝缘水平的要求，降低用电设备的造价。其次，交流发电机和交流电动机的结构和制作工艺比直流电机简单得多，造价比较便宜。所以，交流电在工业上占着很重要的地位。工业上用的交流电是按正弦规律变化的正弦交流电。

交流电就是指大小和方向随着时间作周期性变化的电流。一般所用的交流电，其交变的电流和电压是按正弦规律变化的（图1-14）。

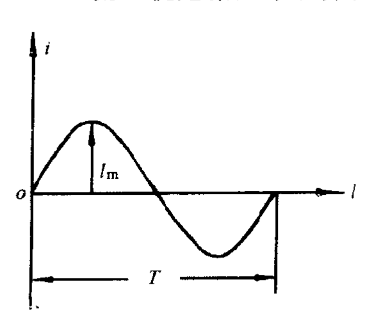


图1-14 正弦电流的变化曲线

交变电流或电压完成一个循环的正负变化所需要的时间叫做周期，用符号 $T$ 表示；在每秒钟内所变化的周期次数叫做频率，用符号 $f$ 表示。根据以上定义，可以知道频率与周期之

间存在着互为倒数的关系，即

$$f=\frac{1}{T}(\mathrm{Hz}) \quad 或 \quad T=\frac{1}{f}(\mathrm{s}) \tag{1-10}$$

周期的单位是秒，频率的单位是赫兹（简称赫）。1 赫兹就是每秒的变化为 1 周期。我国工业上采用的频率是 50Hz，习惯上叫做工频。

交变电流或电压的大小及方向总是随时间而变化的，所以在每一瞬间就有不同的数值，这个值称为瞬时值，规定用小写字母表示。例如，电流瞬时值用 $i$，电压瞬时值用 $u$，电势瞬时值用 $e$。

电流、电压或电势在一周期内的最大瞬时值叫做最大值或振幅值，规定用大写母表示，并在右下角标上 $m$ 字样。例如 $I_m$、$U_m$、$E_m$。

## 一、交流电的产生

在图 1-15 中，当装在圆柱形铁心上的导体随着铁芯在磁场 $N$-$S$ 极中作逆时针方向旋转时，切割磁力线，产生感应电势 $e$。其大小可由式（1-11）表示，即

$$e= Blv\sin\alpha\times 10^{-8}(\mathrm{V})$$

若磁通量密度 $B$ 的大小和导体长度 $l$ 都不变，从上式中可以看出，感应电势 $e$ 的大小随着 $v\cdot\sin\alpha$ 的乘积而变化。

导体在图 1-15 中 1 的位置时，运动方向和磁力线平行，不切割磁力线，（夹角 $\alpha$ 为零度，$v\cdot\sin\alpha$ 等于零），所以不产生感应电势。这时，穿过电枢中心的水平轴构成的面叫做中性面。导体在 2 的位置时（此时与磁力线的夹角为锐角 $\alpha$），$v\cdot\sin\alpha\neq0$，导体切割磁力线，产生感应电势，其方向根据发电机右手定则是由里向外。导体转到 3 的位置时，

运动方向恰好与磁力线垂直（$\alpha=90°$），$r\cdot\sin=r$ 为最大值、所以导体内的感应电势也达到最大值，其方向仍然由里

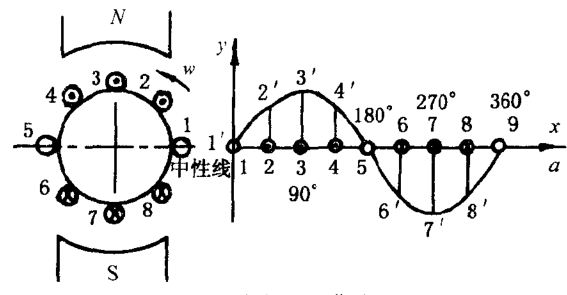


图 1-15 交流电正弦曲线的形成

向外。当导体继续旋转，夹角大于 90° 以后，$r\cdot\sin\alpha$ 就要逐渐减小。电势也随着减小，到 5 的位置时（夹角为 180°），$r\cdot\sin180°=0$，电势减小为零。转过 5 的位置以后，因为夹角大于 180°，$r\cdot\sin\alpha$ 的方向改变了，所以电势的方向也随着改变，是由外向里。电势大小随 $\alpha$ 角增大而增大。转到位置 7 时，电势又达到反向最大值。夹角大于 270° 以后，电势又逐渐减小。重新回到位置 1 时，电势减小为零。导体继续旋转，导体内的电势就重复以前的变化，

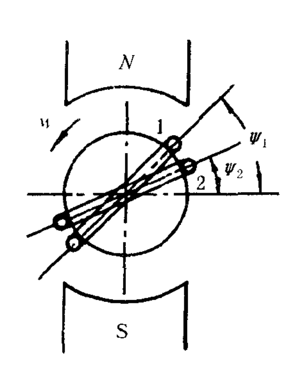


图 1-16 电枢上装有两个线圈的电动机

其正弦波形见图 1-15。电枢上导体每旋一周(电枢经过 360° 的角度变化叫机械角度变化)，感应电势就完成一个循

环的变化（电势经过 360° 的角度变化叫电角度变化）。因为采用的是一对磁极，所以机械角度的变化与电角度的变化相同，其大小和方向随时间按正弦曲线规律变化。通常，正弦交流电是由交流发电机发出。当 $\alpha=90°$ 时，$\sin 90°=1$，感应电势为最大值，即

$$e=Bl\cdot v$$
$$=E_m(\mathrm{V})$$

在任意位置时，其表达式应为

$$e=E_m\sin\alpha(\mathrm{V}) \qquad (1-11)$$

导体在 1 秒钟内所转动的角度，习惯上叫做角频率，用 $\omega$ 表示。导体在磁场内以角频率 $\omega$ 旋转，经过 $t$ 秒后转过的角度 $\alpha=\omega t$。式（1-11）改写为

$$e=E_m\sin\omega t(\mathrm{V}) \qquad (1-12)$$

我们把式(1-12)叫做感应电势的数学解析式或瞬时值方程。

## 二、交流电的相位和相位差

在图 1-16 中，发电机的电枢上装有两个相同线圈 1 和 2，它们和中性面的夹角分别为 $\psi_1$ 和 $\psi_2$，线圈开始转动时与中性面间的夹角称为初相角（又叫初相位）。当电枢在磁场中以不变的角频率 $\omega$ 逆时针旋转时，两个线圈都产生感应电势，而且频率相同，最大值相等。但是，由于它们所处的空间位置不同，初相角不相等，所以不能同时达到零值或最大值（图 1-17）。它们的电势分别为

$$e_1=E_{m1}\sin\psi_1$$
$$e_2=E_{m2}\sin\psi_2$$

式中 $\psi_1$ 和 $\psi_2$ 可确定线圈中电势的初始值，叫做电势 $e_1$ 和 $e_2$ 的初相角。

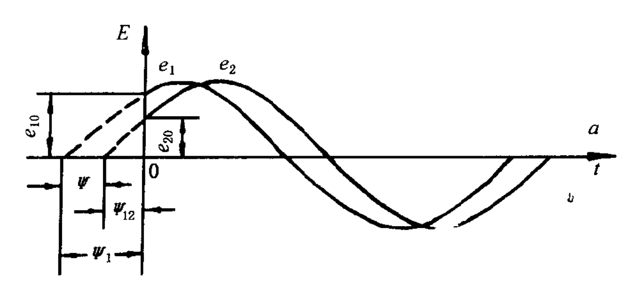



图 1-17 两个线圈的电势曲线图

若已知电势的最大值 $E_m$ 和初相角 $\psi$，则任意时刻 $t$ 的电势瞬时值 $e$ 可用下式计算:

$$e = E_m \sin(\omega t + \psi)(\mathrm{V}) \tag{1-13}$$

式中（$\omega t+\psi$）叫做感应电势的相位角。

两个同频率的正弦量初相角之差(或相位角之差)称为相位差，用 $\varphi$ 表示。$e_1$ 和 $e_2$ 和相位差为

$$\varphi = (\omega t + \psi_1) - (\omega t + \psi_2) = \psi_1 - \psi_2 \tag{1-14}$$

如果两正弦量有相位差，则称为不同相的正弦量。先达到零值或最大值的正弦量称超前另一正弦量一个 $\varphi$ 角；或者说，后到达的正弦量滞后于先到达的正弦量一个 $\varphi$ 角。

如果两正弦量的相位差 $\varphi$ 等于零，则称为同相的正弦量，或者说初相角相等（相位相同）。这时，它们将同时到达零值或最大值。

### 三、交流电的有效值

正弦量的瞬时值是随时间而变化的，所以不能用它来表

示正弦量的大小；最大值在一个周期里只出现两次，所以也不能用它来表示正弦量的大小。为了解决这个问题，引入有效值这个概念，有效值都用大写字母表示，如电流 $I$、电压 $U$、电势 $E$。

交流电通过电阻时和直流电通过电阻时一样，都会产生热量。如果一直流电流 $I$ 和一交流电流 $i$ 通过同一电阻 $R$，在相同的时间内，电阻发出的热量 $Q$ 相等（图 1-18），则交流电和直流电的发热效应是相同的。这个直流电流的数值叫做该交流电流的有效值。

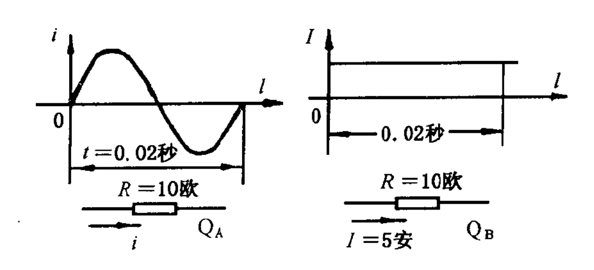



图 1-18 交、直流电流热效应比较图

通过实验和数学推算，交流电的有效值与最大值有下列关系:

$$I=\frac{1}{\sqrt{2}}I_m\approx 0.707I_m \tag{1-15}$$

$$U=\frac{1}{\sqrt{2}}U_m\approx 0.707U_m \tag{1-16}$$

$$E=\frac{1}{\sqrt{2}}E_m\approx 0.707E_m \tag{1-17}$$

在电工技术中，凡是谈到交流电的电流、电压或电势等

量值时，如无特殊说明，通常都是指有效值。例如，在电动机、电器的铭牌上，以及许多测量仪表上所标示的电压、电流的数值都是有效值。

# 第二章　单相电动机结构与工作原理

## 第一节　单相电动机的结构

单相电动机因具有结构简单、起动方便，容易维修等优点，所以在工农业生产、家用电器中获得极为广泛的应用。

单相电动机主要由定子、转子和其他部件组成，详见图2-1。

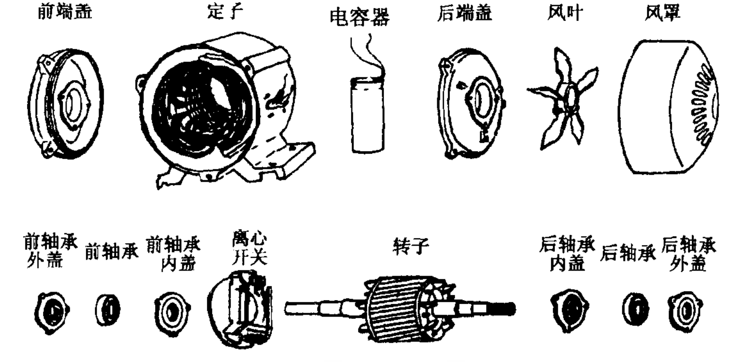



图 2-1　单相电动机主要部件图

### 一、定子

定子是电动机静止部分，主要由机座、定子铁芯、定子绕组等部件组成。

1. 机座：它是电动机的外壳和支架。它起固定保护定子铁芯和定子绕组并支撑端盖的作用。一般是用铸铁铸成，机座上装有吊环和接线用的接线盒，在显眼处镶有铭牌。为了增加散热面积，功率大些的电动机在机座外表面均匀地铸

有很多散热片。

2. 定子铁芯：定子铁芯作为电动机的磁路，用0.25–0.5毫米厚的硅钢片冲成，如图2–3所示的形状，叠压一起挤压入机壳内。为了减少铁芯的涡流损失，硅钢片表面涂有一层绝缘漆，小型电动机的硅钢片一般不涂绝缘漆，靠表面一层氧化膜绝缘。其内圆表面冲有均匀分布的槽，槽内嵌放定子绕组，槽型为半开口形，如图2–2所示。

半开口槽形的优点是电动机的效率和功率因数较高，缺点是绕组绝缘和嵌线较困难，半开口槽形可嵌放成型绕组。

图2–2 定子铁芯槽形

3. 定子绕组：定子绕组的作用是通入单相交流电流，产生旋转磁场。它是用高强度漆包线绕制成固定型式的线把，嵌入定子槽内。定子绕组分单层绕组和单双层混合绕组。

**二、转子**

转子是电动机的转动部分，它在定子绕组旋转磁场的作用下获得一定转矩而旋转，从而带动负载工作。它是由转子铁芯、转子绕组和转子轴等组成。

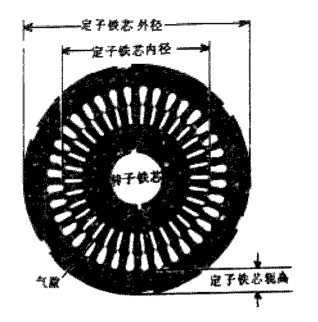


图2–3 定子、转子铁芯冲片

1. 转子铁芯：转子铁芯是电动机磁路的一部分，它与定子铁芯有一定的间隙，在0.25–1.5毫米之间。转子铁芯和定子铁芯一样，也是用表面经过绝缘处理，厚度为0.35–0.5毫米的硅钢片，在外圆上冲有很多槽，如图2–3所示，叠压在一起浇铸鼠笼条后挤

压在转子轴上的，如图 2-4 所示。为改善电动机起动和运行性能，叠压出的转子槽型有的是径向槽形和斜槽形。

2. 转子绕组：转子绕组分为鼠笼式和绕线式两种。下面只介绍鼠笼式转子绕组，不介绍绕线式转子绕组（如手电钻转子）。

转子绕组是在转子铁芯内嵌放铜条，在转子铁芯两端槽口处分别用铜环将铜条连接起来，形成一个个短路回路，如图 2-4(a)所示。目前国产中小容量电动机绕组用铸铝制成，在转子铁芯上将笼条端环及风叶用铝一次浇铸而成，如图 2-4(b)所示。单独看转子绕组就好像一只鼠笼子，"鼠笼"式异步电动机由此起名。鼠笼式转子在定子铁芯内切割定子旋转磁力线产生感应电流（感应这名词由此得名），在磁场作用下使转子绕组旋转，因转子绕组已同转子铁芯铸成为一体，从而使转子铁芯一起旋转。

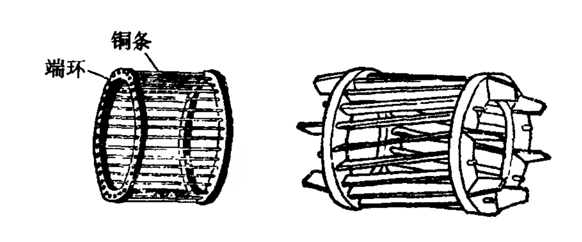



图 2-4 鼠笼式转子绕组

## 三、其他部件

1. 端盖：起支撑转子和防护作用，一般是用铸铁铸成，用螺丝固定在机座上，轴承装在端盖中间的轴承室内，用内外轴承盖固定，以防止润滑油外流和灰尘进入轴承室

内。

2. 接线盒：接线盒固定在机壳上，接线盒内装有接线板，接线板上有接线柱，用于连接定子绕组引出线和电源引入线。

3. 风扇及风扇罩：风扇分内风扇和外风扇。外风扇由铝和塑料制成，安装在转子的后端，用于散掉整个电动机的热量。风扇罩是安装在电动机后端的塑料罩或铁罩，起保护风扇的作用。

## 第二节 单相异步电动机工作原理

单相电动机的工作原理是在定子绕组上通入二相交流电，定子铁芯产生旋转磁场，鼠笼式转子所切割磁力线产生的感应电流与旋转磁场相互作用，使转子旋转，电动机正常工作。

实际中供电电源只有两种：一种是三相电源，一种是从三相中取出一相的电源称单相电源。在供电电路中是没有二相电源供电，怎样得到二相电源呢？根据物理学研究：在纯电阻的电路里，电流与电压的相位是相同的，在有电容器（即有容抗）的电路里，电流的相位超前于电压，在有感抗线圈的电路里，电流的相位落后于电压，超前或落后的多少；决定电阻与容抗或电阻与感抗的大小。据此，当二条电阻和感抗都不相同的电路，或是一条有感抗的电路并联后接线单相交流电源上，二条电路里电流的相位就不同，利用这个方法就可以从单相交流电源上得到二相交流电。

单相感应电动机就是根据上述原理设计的，在定子铁芯内嵌有两相绕组。它们并联后接线单相交流电源上，利用两

相绕组将单相交流电分成二相交流电，从而产生旋转磁场。单相电动机鼠笼式的转子感应而使转子转动。

单相感应电动机是利用二相绕组的电阻和感抗的不同，将单相交流电分成二相交流电的，所以称为“分相电动机”，利用电容器的容抗来分得二相交流电的称为“电容分相电动机”（又分“电容起动式”和“电容运转式”两种），利用罩极线圈来分得二相交流电的称为“罩极式电动机”。罩极式电动机在运转绕组的每个极相组同一侧，嵌着一个由一匝或几匝粗导线绕制的线圈，称罩极线圈（或起动线圈）。它所跨占的槽数约是主绕组所跨占槽数的三分之一，每个罩极线圈各自接成一个闭合回路，当主绕组里通入交流电时，由于穿过罩极线圈里的磁通量发生了变化，罩极线圈里产生感生电流，根据楞次定律，这感生电流和磁场总是阻碍原来磁通量的变化。当磁场增强时，感生电流的磁场方向跟原来的磁场方向相反，阻碍磁场的增加。当磁场减弱时，感生电流的磁场方向跟原来磁场方向相同，阻碍磁场减弱，因此，罩极式单相电动机中的单相交流电产生了二相交流电，起到了分相作用，使电动机转子旋转。

单相电动机其特点如下：

（1）单相电动机只有主、副二相绕组，它们排列的相对位置相隔 90°，副绕组是用来使转子起动的称为起动绕组，主绕组是使转子持续运转的称为运转绕组。

（2）二相绕组的每组线的把数，每把线的匝数，导线直径和各线把的节距不一定相同，即使在同一相绕组中，每个线把的匝数也不一定相等。

（3）单相电动机的绕组多采用同心式。运转绕组嵌在底层，起动绕组在上层成双平面型，也有单层和双层混合的。

(4) 如果要改变旋转方向，只要把起动绕组反接，旋转方向就会相反。

下面对电容分相起动电动机、电阻分相起动电动机、电容分相运转电动机、罩极电动机工作原理进行简单介绍。

## 一、电容分相起动电动机的工作原理

图 2–5 为电容分相电动机原理接线图。电容器一般装在机座顶上，并通过起动装置接在起动绕组电器内，两绕组的出线端 $D_1$、$D_2$，$F_1$、$F_2$ 接于接线板并接在同一单相电源上。如果电容选得适当，可以使起动绕组电流在时间相位上超前于运转绕组电流 90°。设运转绕组电流为 $i_A$，起动电流为 $i_B$，二相电流的变化曲线如图 2–6(a)所示，起动绕组电流超前运转绕组电流 90° 的相位。

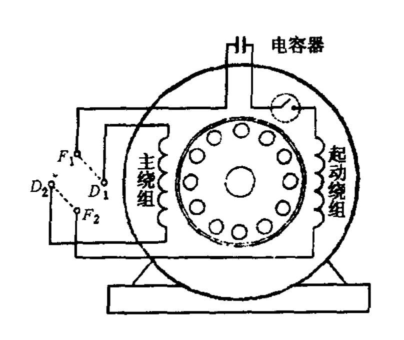



图 2–5 电容分相起动电动机原理图

图 2–6(b)为单相电动机二相绕组示意图。运转绕组用 $A–Y$ 线圈表示，起动绕组用 $B–Y$ 线圈表示。二相绕组在空间互差 90°。

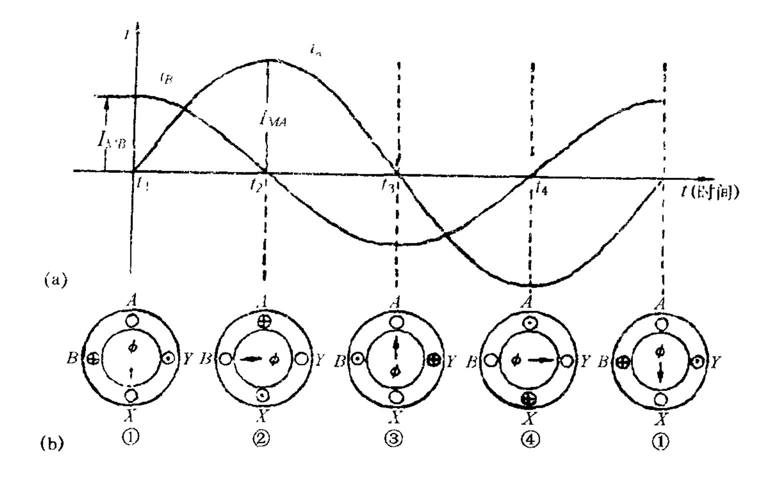



图 2-6 二相电流通过二相绕组产生二相旋转磁场的示意图

(a) 二相电流变化曲线　(b) 二相旋转磁场

为了确定二相电流流进二相绕组产生的磁场方向，规定电流从线圈的首端(例如 *A* 端)进入，从线圈末端(如 *X* 端)流出为电流正方向。依照这个规定，可以定出二相绕组在几个不同的瞬时（$t_1$、$t_2$、$t_3$、$t_4$）的电流实际方向产生的磁场实际方向。例如 $t_1$ 瞬时，运转绕组 *A*–*X* 相电流为 0，起动绕组 *B*–*Y* 相电流为正最大值，*B* 相电流由首端 *B* 进入绕组，用符号⊗表示，由末端 *Y* 流出绕组，用符号⊙表示，这时电动机二相绕组产生的合成磁场就是 *B*–*Y* 相绕组产生的磁场。由右手定则可知，磁场方向向下，如图 2-6(b) ①所示。同理，$t_2$ 瞬时，起动绕组 *B*–*Y* 相电流为 0，运转绕组 A–X 相电流为最大，A 相电流由首端 A 进入绕组用符号⊗表示，由末端 X 流出绕组，用符号⊙表示，这时二相绕组产生的合成磁场就是 *A*–*X* 相绕组产生的磁场，由右手定则可知磁场方向自右向左，如图 2-6(b)②所示。依此用同样

的方法可确定 $t_3$、$t_4$ 瞬时绕组电流方向和磁场方向，如图2-6(b)中③、④所示。

由图 2-7 可见:

(1) 二个在空间互差 90° 电角度的绕组，通以互差 90° 电角度相位的电流所产生的二相合成磁场是一个旋转磁场。因而可以在电动机转子中产生一个起动转矩。

(2) 旋转磁场方向和各相绕组中电流达到最大值的次序有关。合成磁场先与 *B-Y* 相绕组轴线重合，而后再转到与 *A-X* 相绕组轴线重合，即合成磁场方向是由超前电流的起动绕组相(*B-Y* 相)转向落后电流的运转绕组相(A-X 相)。

单相电动机转子的旋转方向，是和旋转磁场的方向相一致的。因此，只将二相绕组任一相的头与尾对调接至电源，就可改变二相合成磁场的旋转方向，从而改变起动旋转方向。

(3) 二相旋转磁场速度，可用下式决定:

$$n_1 = \frac{60f}{p}$$

式中 f —— 电源的频率，我国交流电网频率 $f$=50 赫兹;

p —— 磁极对数。2 极 $P$ 为 1，4 极 $P$ 为 2。

由上式可见，当电源频率为 50 赫兹时，2 极电动机旋转磁场的转速为$n_1 = \frac{60\times 50}{1} = 3000$(转／分)，4 极电动机旋转磁场$n_1 = \frac{60\times 50}{2} = 1500$(转／分)。

只有电动机实际转速 $n$ 略小于旋转磁场转速 $n_1$ 转子才能切割磁力线，产生感生电流使转子旋转（所以称异步)。

电容分相起动电动机所得到的起动转矩 $M_q$ 较大，一般 $M_q=(2.5-3.5)\ M_e$，而起动电流 $I_q$ 却较小，一般 $I_q=(4.5-5.5)I_e$，同时还可提高起动时的功率因数，显然这种电动机起动性能较好。

当电动机转速升至一定值后（达到电动机同步转速的80%左右时），起动装置动作，将起动绕组和电容器从电源上断开。因此所用电容器工作时间不长，可以采用电解电容器。

目前，我国生产的电容器分相起动式单相电动机，老系列的有 JY 系列，极数有 2、4 两种，新系列的有 CO 系列，极数有 2、4 两种，容量为 120—750 瓦。

由于电容起动单相电动机起动性能好，因此适用于要求起动转矩较大的机械或要求起动电流较小的机械。

## 二、电阻分相起动电动机工作原理

电阻分相电动机的接线，如图 2-7 所示，电阻分相可以靠以下办法实现：

（1）起动绕组使用的导线细，以增大起动绕组的电阻。

（2）起动绕组匝数比运转绕组少，以减小起动绕组的电抗。

（3）两个绕组在同一槽中时，将运转绕组放在槽底，起动绕组放在槽上部，这样使运转绕组电抗增大，起动绕组电抗较小。

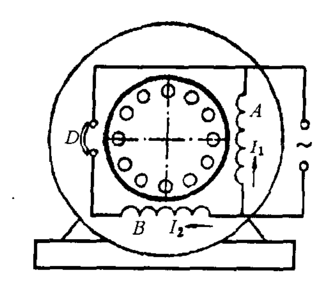


图 2-7 电阻分相起动电动机接线原理图

这样，二个绕组接至同一单相电源电压时，由于它们的电阻、电抗不同，因此两绕组中的电流是不同相的。如前所述，二

相绕组电流不同相，便能在电动机中产生二相旋转磁场，使电动机产生起动转矩，因而电动机能够自行起动起来。待电动机转速增加到额定转速的80%后，起动绕组不起多大作用，反会造成电动机铜耗增加。因此在起动绕组的线路中装有起动装置 $D$（起动继电器或离心开关），起动装置 $D$ 自动切断起动绕组的电源。

由于电阻分相电动机的两绕组电流之间的相位差难以达到90°，因此较电容分相电动机的起动转矩小、起动电流大。

改变电动机旋转方向的方法，是将接在接线板上的起动绕组的二根引出线换接，即可使电动机的旋转方向改变。

目前我国生产的电阻分相起动单相电动机，老产品有JZ系列、极数有2、4两种。新系列有BO系列，极数有2、4两种，容量为40–370瓦。

电阻分相起动电动机，较电容分相起动电动机省一电容器，价格较低廉。但因起动转矩不大而起动电流较大，故只适用于要求起动转矩不大的机械，而起动电流对电源又无多大影响的场所。

## 三、电容运转电动机的工作原理

电容运转电动机是起动绕组和电容器长期接在电源上工作，因此这种电动机实质上构成了二相电动机，有较好的运行性能，其功率因数、效率、过载能力均比其它方式起动单相电动机高，而且省去了起动装置，如图2–8所示。但起动转矩比电容运转电动机要小，通常不超过额定转矩的30%，这是因为电容器是根据运行性能要求选取的，一般电容量比电容起动的电动机小，在起动时磁场特性不好，因此，电容运转电动机适用于起动比较容易的机械上。

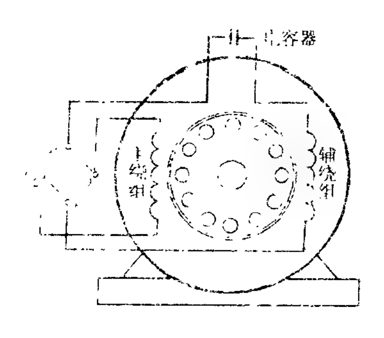



图2-8 电容运转电动机接线原理图

应该注意：电容运转电动机的电容器是长期接在电源上工作的，因而不能用电解电容器，应该采用纸介质电容器或油浸纸介质电容器。

电容运转电动机是应用较为普遍的一种单相电动机，常用于小吹风机、小压缩机、电冰箱、电影放映机、医疗器械等

目前我国生产的老系列的有 JX，极数有 2、4 两种，容量为 4 — 90 瓦。新系列有 DO，极数有 2、4 两种，容量从 8 — 180 瓦。

改变电动机的旋转方向，是将起动绕组接至接线板上的两根引出线头对调一下，再接到电源上去，就可改变电容运转电动机的旋转方向了。

## 四、单相罩极电动机的工作原理

罩极电动机分凸极式和隐极式两种。

### 1. 凸极式罩极电动机

这种电动机的定子铁芯做成凸极式，如图 2–9 所示。在极面中间开一个小槽，用短路铜环罩住部分极面积，短路铜环起起动线圈的作用，凸出的磁极上的绕组，起动转子绕组作用。

运转绕组流过单相交流电 $i$ 后，产生磁通，如图 2–9 所示，其中一部分磁通 $\varphi_1$ 穿过未罩极部分极面；另一部分磁通 $\varphi_2$ 穿过罩极部分极面。当电流 $i$ 变化时，磁通也随之变化。由于磁通 $\varphi_2$ 与短路环相连，磁通 $\varphi_2$ 的变化将在短路铜

环引起感应电流 $I_K$ 产生磁通 $\varphi_k$，磁通 $\varphi_k$ 企图反对罩极部分磁通 $\varphi_2$ 的变化。例如，当 $\varphi_2$ 增加时，$\varphi_k$ 与 $\varphi_2$ 方向相反，阻止磁通 $\varphi_2$ 增加；当 $\varphi_2$ 减小时，$\varphi_k$ 与 $\varphi_2$ 方向一致，阻止磁通 $\varphi_2$ 减小。这样，罩极部分的总磁通 $\varphi_3$ 是 $\varphi_2$ 与 $\varphi_k$ 的合成值。

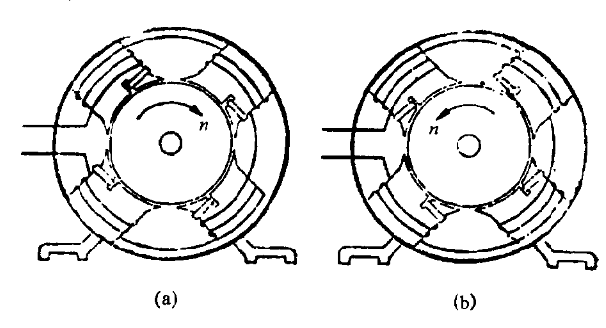



图 2-9 凸极式罩极电动机旋转方向
(a) 定子正向安装时电机旋转方向 (b) 定子反向安装时电机旋转方向

现在，用图 2-10 来分析当电流 $i$ 变化时整个极面下磁场中心线如何移动。

(a)图时：电流 $i$ 从 0 上升到 $a$ 点这段时间，磁极未罩住部分磁通 $\varphi_1$ 较大；同时由于电流 $i$ 及磁通上升较快，短路铜环感应电流 $I_K$ 及其产生的磁通 $\varphi_K$ 较大，方向与 $\varphi_2$ 相反(阻止 $\varphi_2$ 增加)，因此罩住部分合成磁通 $\varphi_3$ 较小，整个磁极的磁场中心线 A-A′在未罩住部分。

(b)图时：电流由 $a$ 点到 $b$ 点这段时间，电流 $i$ 和磁通变化较小，因此短路铜环中感应电流 $I_K$ 及其产生的磁通 $\varphi_K$ 较小，几乎为零，而罩住部分磁通 $\varphi_3$ 就是原来磁通 $\varphi_2$，磁通在极面下均匀分布，磁场中心线 A-A′ 接近整个磁极的中

心线。

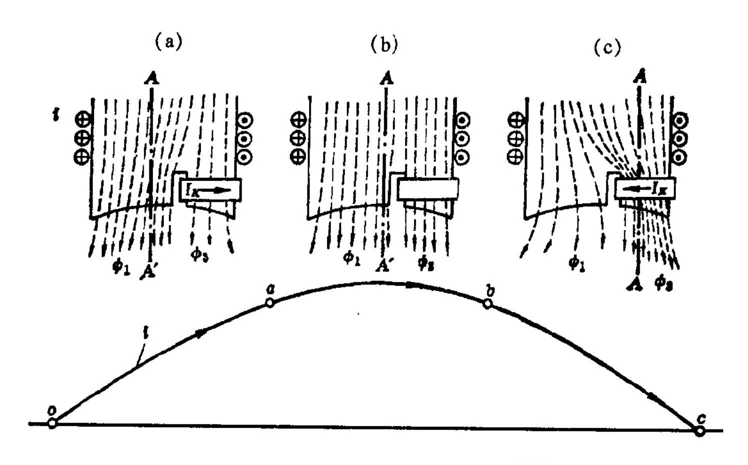



图 2-10 凸极式罩极电动机磁场的移动

(c)图时：电流 $i$ 从 $b$ 点下降为零这段时间，由于电流 $i$ 减小，因未罩住部分磁通 $\varphi_1$ 减小，；同时，由于电流 $i$ 与磁通变化快，短路铜环感应电流 $I_K$ 及其产生磁通 $\varphi_K$ 较大，而且 $\varphi_K$ 与 $\varphi_2$ 同相(反时 $\varphi_2$ 减小)，使罩住部分总磁通 $\varphi_3$ 增加，这样整个极面下磁场中心线 $A-A'$移向罩住部分。

从以上分析可见，随着电流 $i$ 的变化，磁场中心线 $A-A'$从磁极未罩住部分移向罩住部分，产生了一个移动磁场，也能产生一定的起动转矩。起动转矩方向是和移动磁场移动的方向一致的，因此电动机旋转方向也是和移动磁场移动的方向一致，即由未罩住部分转向罩住部分。

2. 罩极式罩极电动机

隐极式罩极电动机定子绕组采用分布绕组，如图 2-11 所示。运转绕组分布于定子槽中，起动绕组（即起动线

圈），不用短路铜环而是用较粗的绝缘导线（常用 $\varphi$ 为 0.8—1.5 毫米左右圆铜线）。罩极绕组匝数较少（一般为 2～8 匝），分布的槽数约为总槽数的 1／3。运转绕组与罩极绕组在空间相距一般相差 45°，各自连接成独立的回路。

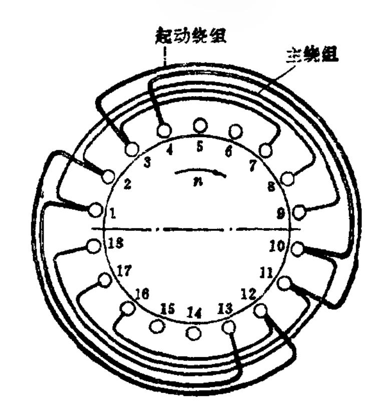


图 2-11 分布绕组的罩极电机

不论是凸极式还是隐极式的罩极电动机，它的起动转矩都是很小的，因此，电动机的功率只设计 0.5 — 120 瓦。

罩极电动机结构简单，不需要起动装置和电容器，因此多用于鼓风机、电风扇、电唱机等。由于其运转绕组和罩极绕组的位置是固定的，因此罩极电动机的旋转方向是不能改变的。

如果需要改变罩极电机的旋转方向，可以将电动机拆开将定子或转子反向安装，如图 2-9(a)所示，电动机顺时针方向转动，而图 2-9(b)是将定子铁芯反向安装，由于电动机的旋转方向是由未罩极部分转向罩极部分，因此这时电动机就反时针旋转。

## 第三节　单相电动机的铭牌介绍

单相异步电动机在机壳上均有一个铭牌，给使用者提供简单的正确的使用数据，因此有必要正确了解铭牌上所标出的各个数据。

单相电容起动异步电动机铭牌

| | |
|---|---|
| 型号：$CO_2$8022 | 电流：4.4安 |
| 电压：220伏 | 转速：2800转/分 |
| 频率：50赫 | 工作方式：连续 |
| 功率：550瓦 | 标准号： |
| 编号或出厂日期 ××× | ××电机厂 |

1. 型号

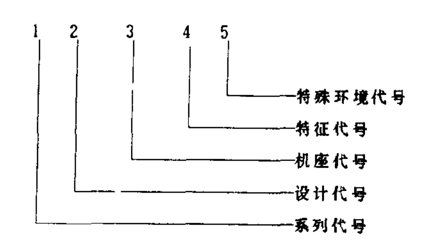
国家产品的型号是表示产品的种类、技术指标及外形相同的产品。这对使用、生产制造等单位在业务联系上起到一定的简化作用，只要将型号正确地提出，产品种类也就确定了。有了型号也可以进行统一测试，行业评比。产品型号除了规定相同技术参数的产品以外，还可以代表某个时间的产品水平。例如，我国单相异步电动机的系列代号在60年代是JZ、JY、JX，到1977年改型为BO、CO、DO，到1981年又改型为$BO_2$、$CO_2$、$DO_2$。每一个型号都有一个确定的一组数据

单相异步电动机的产品型号是由系列代号、设计代号、机座号、特征代号及特殊环境代号组成的。电动机产品型号顺序排列如下：

系列代号 —— 单相电动机基本系列代号，见表2-1。

**表2-1 小功率异步电动机产品基本系列代号**

| 基本系列产品名称 | 新 代 号 | 老 代 号 |
|---|---|---|
| 单相电阻起动异步电动机 | $BO_2$ | JZ，BO |
| 单相电容起动异步电动机 | $CO_2$ | JY，CO |
| 单相电容运转异步电动机 | $DO_2$ | JX，DO |
| 单相电容起动和运转异步电动机 | E | |
| 单相罩极异步电动机 | F | |




设计代号 —— 在系列代号右下方，用数字表示设计代号，右下方无系列设计代号者，表示该产品为第一次系列设计。

机座代号 —— 表示电动机转轴的中心高，以毫米表示，标准的中心高尺寸有：45、50、56、63、71、80、90、100 毫米。

特征代号 —— 表示电动机铁芯长度和极数

特征环境代号 —— 表示该产品适应的环境，见表 2-2。

**表 2-2 小功率异步电动特殊环境代号**

| 汉字代号 | 汉字拼音代号 |
|---|---|
| 热带用 | T |
| 湿热带用 | TH |
| 干热带用 | A |
| 高原用 | G |
| 船(海)用 | H |
| 化工用(防腐蚀) | F |

例如：$CO_2$8022 表示单相电容起动电动机，右下方的小 2 字表示是 CO 系列第二次设计的，80 是机座尺寸，22 是 2 号铁芯和 2 极。除了基本系列以外还有许多派生系列，这里不一一列举。

2. 电压

电动机的电压是指加到定子绕组端点的电压，这个电压是指正常性况的电压。根据 GB909−88 中规定，电源电压变动在 ±5%，电动机应能够正常使用。如果电压过高，会引起电流过大，温升过高，电动机容易烧坏；电压过低使电动机出力降低带不起负载，也容易烧坏。所以，电源电压不能过高，也不能过低。电动机的使用电压可以是标准的，也可以是非标准，但是没有特殊需要的话，一般均采用标准的电压，单相交流电动机的标准电压为 12、24、36、42、220 伏。

3. 频率

频率是指交流电在每秒钟内周期变化的次数，我国规定是 50 次，而国外有 60 次的。频率不同，电动机的性能将不相同的，所以应当按规定的频率使用电动机。

4. 功率

功率是指电动机转轴上输出的机械功率，也即是当电源电压、频率和转速在额定情况下电动机输出的功率。单相电动机的标准额定功率系列为：0.4、0.6、1.0、1.6、2.5、4、6、10、16、25、40、60、90、120、180、250、370、550 及 750 瓦。

5. 电流

在额定电压、额定功率、额定转矩和额定转速下电动机定子绕组的电流值，称为额定电流。电动机的设计和生产是

保证在此电流下可以长期使用，如果超过这个电流进行使用，时间短还可以，而时间过长时则温升就高，如果电流超过太多，就会使用电动机处在不正常运行状态，甚至会烧坏电动机

6. 在额定情况下电动机的转速称为额定转速，如 2800 转/分是指一分钟内电动机的旋转次数为 2800 转。

7. 工作方式

工作方式是指电动机的工作是连续还是间断式(如手电钻、冲击钻等)，连续工作是指电动机在符合各项指标之下可以连续工作，不至于使电动机温升过高，而导致电动机烧坏。而对于间断或短时运行是根据工作时间和停机时间的长短来决定电动机的使用指标。间断工作的技术指标可以高于连续工作方式的技术指标，但是高多少要根据具体情况而定。

8. 标准号

所有的产品均应符合于一种产品的标准，而单相异步电动机的通用技术标准是 GB5171–85。根据上述的标准对电动机产品进行生产、检查、验收和使用。

9. 编号或出厂日期

由编号或是出厂日期可看到该产品是何时生产的，从而可判断该产品的新旧程度，如有质量问题，则便于厂方查找是哪一批产品，以便找出质量问题的原因。

## 第四节　单相电动机的分类

单相异步电动机种类很多，但在家用电器及小型电器设备中所用的单相电动机基本上只有两大类五种电动机。第一

类为单相罩极式电动机。单相罩极电动机又可分为两种：第一种为凸极式罩极电动机；第二种为隐极式罩极电动机。第二类为分相式单相电动机。分相式电动机分为三种：第一种为电阻分相式电动机；第二种为电容分相式电动机；第三种为电感分相式电动机。

上述这些电动机的结构虽有差别，但是其基本工作原理是相同的。表 2-3 列出几种常用单相电动机比较表，可做为参考学习。此书只是对单相隐极罩极电动机；$BO_2$、JZ、BO 系列单相电阻起动电动机；O、$O_2$、JY、CO 系列单相电容起动电动机；$DO_2$、JX、DO 系列单相电容运转电动机做重点介绍，其它电动机不予介绍。

## 表 2-3 几种常用单相电动机的比较表

| 比较项目 \ 电动机 | | 电阻分相电动机 | 电容起动式电动机 |
|---|---|---|---|
| 电动机结构 | 定子绕组的组成 | 运转绕组、起动绕组 | 运转绕组、起动绕组 |
| | 转　　子 | 鼠笼式 | 鼠笼式 |
| | 起动装置 | 起动继电器或离心开关 | 起动继电器或离心开关 |
| | 辅助装置 | — | 起动用电容器 |
| | 等效电路 | 起动 主 U~ K | 起动 C 主 U~ K |
| 电动机特性 | 起动电流 ($I_n$/ $I_H$) | 6-7 | 4-5 |
| | 转矩特性曲线 | M o n | M o n |
| | 起动转矩 ($M_n$/ $M_H$) | 1.2-2 | 2.5-3 5 |
| | 功率因数 | 0.4-0.75 | 0.4-0.75 |
| 主要优缺点 | | 1. 价格低,应用广泛<br>2. 起动电流大,起动转矩较小 | 1. 造价稍高<br>2 起动电流较大,起动转矩较大 |
| 应用范围 | | 1. 单相鼓风机<br>2. 用作起动转矩较小的一般动力,如钻床、研磨机、搅拌机等 | 1. 起动转矩要求大的场台<br>2. 用子井泵、冷冻机　压缩机等 |

| 比较项目 \ 电动机 | | 电容运转式电动机 | 电容起动电容运转式电动机 |
|---|---|---|---|
| 电动机结构 | 定子绕组的组成 | 主绕组、副绕组 | 主绕组、副绕组 |
| | 转子 | 鼠笼式 | 鼠笼式 |
| | 起动装置 | – | 起动继电器或离心开关 |
| | 辅助装置 | 运转用电容器 | 起动和运转用电容器 |
| | 等效电路 | 副 C 主 U~ | 副 $C_2$ $C_1$ K 主 U~ |
| 电动机特性 | 起动电流 ($I_n/I_H$) | 3–5 | 4–5 |
| | 转矩特性曲线 | M o n | M o |
| | 起动转矩 ($M_n/M_H$) | 0.3–1 | 2.5–3.5 |
| | 功率因数 | 0.7–1 | 0.8–1 |
| 主要优缺点 | | 1. 无起动装置,构造较简单,工作可靠<br>2. 功率因数较高<br>3. 起动转矩较小 | 1. 附件多,结构复杂,价格较高<br>2. 起动电流较大<br>3. 起动转矩较大<br>4. 功率因数高 |
| 应用范围 | | 1. 起动转矩小的场合,如电风扇<br>2. 用于起动与停止频繁的场合<br>3. 需要正反转的机械 | 1. 用于要求起动转矩大的机械<br>2. 要求功率因数高的场合 |

| 比较项目 \ 电动机 | | 罩极式电动机 |
|---|---|---|
| 电动机结构 | 定子绕组的组成 | 主绕组、罩极线圈 |
| | 转　　子 | 鼠笼式 |
| | 起动装置 | – |
| | 辅助装置 | – |
| | 等效电路 | 罩　主 U~ |
| 电动机特性 | 起动电流$(I_n/I_H)$ | 2–4 |
| | 转矩特性曲线 | M　n　o |
| | 起动转矩$(M_n/M_H)$ | 0.3–0.8 |
| | 功率因数 | 0.4–0.75 |
| 主要优缺点 | | 1. 结构简单、价格低、工作可靠<br>2. 起动转矩很小<br>3. 效率低 |
| 应用范围 | | 1. 功率小、用于要求起动转矩小的场所<br>2. 多用于风扇、电唱机、仪器仪表等 |

# 第三章　单相电动机的故障判断及处理

## 第一节　绕组的断路故障

电动机绕组出现断路，要拆开电动机进行检查。如果只有一把线的端部被烧断几根，如图 3-1 所示，是因该处受潮绝缘强度降低或因碰破导线绝缘层造成短路故障引起的。再检查整个绕组，整个绕组绝缘良好，没发生过热现象，可把这几根断头接起来继续使用，如果因电动机过热造成整个绕组变色，且有一处烧断，就不能连接起来再用，要更换新绕组。

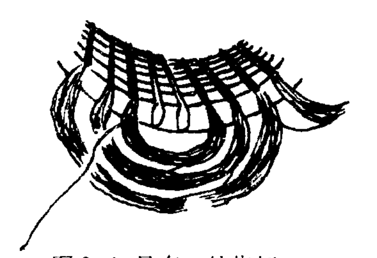


图 3-1 只有一处烧坏

下面介绍一处烧断多根线头的连接方法：将线把端部烧断的所有线头用划线板慢慢地撬起来，再剪断这把线的两个头，把它们抽出来，如图 3-2 所示，数数烧断有 6 根线头，再加这把线的两个头，共有 8 个线头，这说明这把线经烧断后已经变成匝数不等的 4 组线圈（每一个线圈有两个头）。借助万用表分别找出每组线圈的两根头，在不改变原线把电流方向的条件下，将这

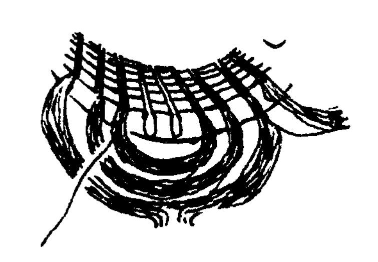


图 3-2 将断头撬起来

4组线圈再串接起来，这要细心测量，测出一组断头线圈后，将这组线圈的两根头标上数字，每个线圈左边的头，用单数表示，右边的头用双数表示，如图3–3所示，线把左边长头用1表示，线把右边长头用8表示，任意将一个线圈左边的头命为3，其右边的头命名为4，将一个线圈左边的命名为5，其右边的头定为6，每根线头穿上布条用数字标好，剩下与8相通的最后一组线圈，左边的头命名为7。4组线圈共有8个头，1和2是一组线圈，3和4是一组线圈，5和6是一组线圈，7和8是一组线圈。标数字时不能写错，在接线前要再测量一次,认为无误后才能接线，接线时，线头不够长在一边的每根头上接上一段导线，套上套管，接线方法按2和3，4和5，6和7的顺序接线。详细接线方法如下：第1步将2头和3头接好套上套管，用万能表测量1头和4头这两个线头，表针向0Ω方向摆动，证明接线正确。表针不动证明接错了，查找原因接对为止，如图3–4所示。第二步将4头和5头相连接，接好后，用万用表测量1头和6头，表针向零欧方向摆动为接对，表针不动为接错，如图3–5所示。第三步是6头和7头相连接，接好后用万用表测1头和8头，表针向零欧方向摆动为这把线接对，如图3–5(a)(b)所示。

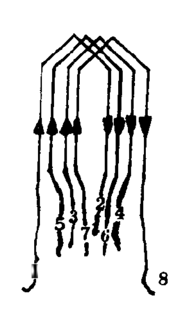


图3–3 将断头撬起来标上数字示意图

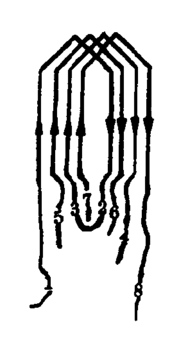


图3–4 2头和3头相连接示意图

然后将 1 头和 8 头分别接在原位置上，接线完毕捆好接头上绝缘漆烤干即可。

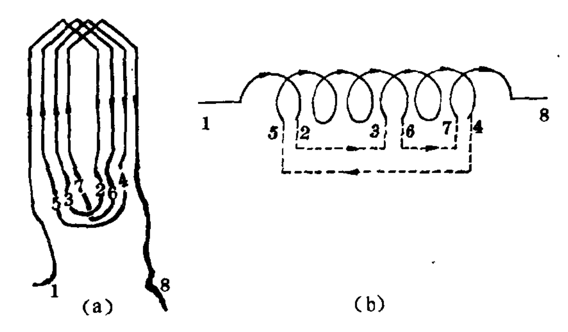



图 3-5 4 和 5，6 和 7 头相连接示意图

接线时注意，左边的线头必须跟右边的线头连接，如果左边的线头与左边的线头或右边的线头与右边的线头相连接，会造成电流方向相反，不能使用。如果一组线圈的头与尾连接在一起，接成一个短路线圈，通电试车将烧坏这组短路线圈，造成整把线因过热烧坏，所以查找线头，为线头命名和接线时要细心操作，做到一次接好。

## 第二节　绕组的短路故障

短路故障是由于电动机定子绕组局部损坏而造成的，短路故障可分为定子绕组对机壳短路（也称接地），定子绕组相间短路及匝间短路三种。

### 一、对外壳短路

某相绕组发生对地短路后，该相绕组对机座的绝缘电阻数值为零。当电动机机座既没有接触在潮湿的地下，也没有

接地线时，不影响电动机的正常运行，当有人触及电动机外壳或电动机外壳连接的金属部件时，人就会触电，这种故障是危险的．当电动机座上接有地线时，一旦发生某相定子绕组对地短路，人虽不能触电但保险丝烧断，电动机不能工作，所以发现电动机绕组对外壳短路时不排除故障不能使用

电动机定子绕组对外壳短路多发生在定子铁芯槽口处。由于电动机运转中发热，震动或者受潮等原因，绕组的绝缘劣化，当经受不住绕组与机座之间的电压时，绝缘材料被击穿，造成短路．另外也可能由于电动机的转子在转动时与定子铁芯相摩擦（称作扫膛），造成相摩擦部位过热，使槽内绝缘材料炭化而造成短路．一台新组装的电动机在试车前发现短路，可能是在安装时定子绕组与外壳相连接。原来绕组接地，拆开电动机后又不接地了，说明短路是由端盖或转子内风扇与绕组短路造成的，进行局部整形可排除故障，如拆开电动机后短路依然存在，则应把接线板上的铜片拆掉，用万用表分别测运转、起动绕组对地绝缘电阻，测出短路故障所在那相绕组，仔细查找出短路的部位，如果线把已严重损坏，绝缘炭化，线把中导线大面积烧坏就应更换绕组。如果只有小范围的绝缘线损坏或造成短路故障，可用绝缘纸把损坏部位垫起来，使绕组与铁芯不再直接接触，最后再灌上一些绝缘漆烤干即可。

## 二、相间短路

这种故障多发生在绕组的端部，运转绕组和起动绕组发生短路后，两相绕组之间的绝缘电阻等于零．

相间短路的发生原因，是起动绕组与运转绕组端部之间的绝缘纸或绝缘布没有垫好，这层绝缘纸两边分别属于不同

两相绕组，它们之间的电压比较高，可达到220V。如果相间绝缘没有垫好或用的绝缘材料不好（有的用牛皮纸），电动机运行一段时间后，由于绕组受潮或碰伤等就容易击穿绝缘，造成相间短路。

经检查整个绕组没有变颜色，可在故障处垫好相间绝缘纸，多浇些绝缘漆烤干后仍可使用。但如果绕组均已老化，又有多处相间短路，就得重新更换绕组。

**三、匝间短路**

匝间短路是同把线内几根导线绝缘层破坏相连接，形成的短路故障。

匝间短路的故障多发生在下线时不注意，碰破两导线绝缘层，使相邻导线失去绝缘性能而短路。另外，长时间工作在潮湿环境中的电动机因导线绝缘强度降低，或电动机工作中过热等也会造成匝间短路。

出现匝间短路故障后，使电动机运转时没劲，发出震动和噪声，电动机内部冒烟，发现这种故障应停机拆开检修。排除故障方法是将短路处的导线分开垫上绝缘纸浇些绝缘漆烤干，可继续使用。

## 第三节　电动机机械部分故障

**一、定子铁芯与转子相摩擦**

电动机定子与转子之间的间隙很小，为了保证各处气隙均匀，定子与转子不致相摩擦，在电动机的加工过程中，要保证机座止口（即机座两边的加工面）与定子铁芯的阀盖止口（端盖与机座接触的加工面），以及轴承内孔转轴转颈、转子外圆之间的同心度。在电动机运输过程中如有止口损

坏、轴承磨损、转轴弯曲、定子铁芯松动、端盖上的固定螺丝短缺，都可能发生转子与铁芯相摩擦（简称扫膛）的故障。

检查转子是否扫膛的方法：用螺丝刀刀头顶住电动机机座，把木柄贴在耳朵上，能清楚地听到是否扫膛，不扫膛的声音是“嗡嗡”的声音，没有异常杂音；如转子扫膛则发出“嚓嚓”的杂音，相擦部位发热严重，有时能闻到绝缘漆的焦糊气味。这种故障与绕组短路的区别主要在于声音的不同，扫膛时没有短路发生的那种电磁噪音，只有机械的摩擦声音。有时还有这种情况，即当电动机没有通电时，用手转动电动机转子，运转自如，丝毫没有相擦的声音，而当电动机通电转动时则发生扫膛故障，这种故障多是轴承磨损严重造成的。

扫膛故障会使电动机温度显著升高，使定子摩擦处的铁芯过热，首先烧坏摩擦处绕组，更严重的扫膛时，造成定子铁芯的局部变形。

发生扫膛时，检查电动机接触件各处止口有否损坏，端盖上的固定爪是否缺少，发现缺少应补焊上。检查固定端盖螺丝的力量是否均衡，螺丝拧得不均，应转圈拧紧。

**二、轴承的故障**

电动机转动时，发出“咯噔咯噔”的声音，多是轴承损坏，轴承损坏发生扫膛的故障比较好判断，证明的确是轴承损坏可按第五章第二节所示拆下轴承更换。有时电动机不扫膛轴承没有坏，但工作时轴承发热严重并能听到轴承内发出“嘘嘘”的声音。这种现象多是轴承内润滑油干涸，轴承内有杂物等原因造成的，这就要把电动机拆开按第十四章第三节所述，清洗轴承内杂物，更换新润滑油。

有时轴承过热是因为电动机与机械联接不合适造成的。比如洗衣机电动机与叶轮，传动带太紧等，这就要细心调试传动机械与电动机的联接部位，生产机械要调成与电机同心，传动带太紧要调松皮带。

还有的新电动机或刚刚修复的电动机，轴承没有毛病，也没有与生产机械联接，试车时转动不轻快，轴承附近明显发热。产生这种故障的原因是电动机轴承盖安装得不合适，要检查固定轴承的三个螺丝松紧是否拧得合适，排除故障。

**三、轴的故障**

电动机轴弯曲的故障多是由于安装或拆卸皮带轮、联轴器、轴承时猛烈敲击而造成的。确认是这种故障后，要把转子运到修理部门进行修复。

有的电动机的轴颈（即套轴承的部分）磨损后，轴承内套在轴上活动，如果两轴肩（即与轴承的内侧面紧靠轴上的台阶）之间距离又不合适，电动机转子就会沿轴的方向来回窜动，窜动量小于几毫米时，不会对电动机正常工作有多大影响，但如果窜动频繁、激烈，轴承内套与轴的间隙就磨大，造成扫膛的故障。解决这种故障的方法：在轴颈上用冲子尖均匀地打上一些凹点，安牢轴承。如轴磨损严重要用焊条做添加材料轴颈上施焊，用车床加工后安牢轴承，可以彻底排除此故障。

## 第四节　过载

过载的原因很多，将常见的故障分述如下：

**一、端电压太低**

指的是电动机在起动或满负载运行时，在电动机引线端

测得的电压值，而不是线路空载电压。电动机负载一定时，若电压降低，电流必定增加，使电动机温度升高。严重的情况是电压过低（例如 180 伏以下），电动机因长时间过热会烧坏绕组。造成电压低的原因，有的是高压电源本身较低，可请供电部门调节变压器分接开关；有的接到电动机的架空线距离远，导线截面小，负荷重（带电动机太多），致使线路压降太大，这种情况应适当增加线路导线的截面积。

**二、机械及使用方面的原因**

机械故障种类很多、故障复杂，常见的有轴承损坏，套筒轴承断油咬死，水泵出水管太长，使压水量增加，负荷加重，这些均可使电动机过载。选用与生产机械不配套型号的电动机，起动时阻力矩大，起动时间长，也极易烧坏电动机。

## 第五节　制造质量问题

制造质量，常见情况如下：

**一、定转子间气隙过大**

往往空载电流接近甚至大于额定电流。铁芯质量差，毛刺大，叠压参差不齐，涡流增大，空转时温度明显升高。这类情况常见于多次返修的次品杂牌电动机中。

**二、鼠笼式转子质量不好，容易发生断条**

特征是起动困难，即使空载起动，转速也达不到额定值，而输入电流高于额定值。拆开电动机，取出转子，可见转子铁芯表面槽口有烧伤痕迹。这种故障极少出现。

**三、线把数据与原设计相差太大**

这可能是由于多次修理，造成绕组匝数、线径、并联根

数等与原设计数据不符，这要靠查表或重新计算或查照同型号电动机绕组数据才能解决。

过载烧坏绕组的特征是一相或两相绕组均匀焦黑。如属于电源电压低、机械故障、选用电动机型号不适当等原因造成的绕组烧坏，则绕组修复后，必须将这些不良因素消除或改进后才可使用，否则绕组仍将烧坏。

以上所说常见的几种故障，有时不是单独存在，而是多种原因同时存在。对于复杂的情况和不同的故障现象必须认真地加以分析，找出发生故障的各种原因，彻底排除电动机出现的故障。

## 第六节　电动机故障一览表

表 3-1 列出了电动机在工作中常见的故障现象及发生故障的原因、处理方法，根据故障发生原因查表找出解决的办法以排除故障。

**表 3-1 电动机故障原因处理方法一览表**

| 故障 | 原　　因 | 处 理 方 法 |
| --- | --- | --- |
| 电动机发热超过标准值或冒烟 | 电压过低或过载,拖动机器卡住或润滑不良 | 1. 测量电压是否过低.如电源线太细,压降太大,可与供电部门协商解决<br>2. 用电流表测量电流.如过载,适当降低负载<br>3. 排除机器故障,给机器加润滑油 |
| | 电动机通风不好或曝晒 | 1. 检查电动机风扇是否损坏或未固定紧<br>2. 清除阻塞风道的杂物 |
| | 起动离心开关损坏或触点连接在一起 | 修复或更换新离心开关 |
| | 起动运转电容器击穿短路 | 更换同型号电容器 |
| | 鼠笼式转子断条 | 更换同型号新转子 |
| | 正反转频繁起动运转或起动次数过多 | 减少正反转和起动次数或改用其类型适宜的电动机 |
| | 定、转子磨擦 | 1. 须换新轴承<br>2. 校正转轴中心线 |

续表

| 故障 | 原　因 | 处理方法 |
| --- | --- | --- |
| 电动机发热超过标准值或冒烟 | 定子绕组有小范围短路或<br>定子绕组有局部与外壳短路 | 1.打开电动机目视鼻闻有否烧焦.手摸机壳判断比较温度,找出短路处,分开短路部分<br>2.用仪表查出接地处,垫好绝缘纸,刷绝缘漆烘干. |
| 电动机不能起动有嗡嗡声 | 起动线圈或起动绕组烧了电容器失效或离心开关触点接触不良 | 1. 更换新起动线圈或起动绕组<br>2. 更换同型号电容器或离心开关 |
| | 电压太低 | 1. 电源线太细,距离太长. 起动压降太大,应更换粗导线<br>2. 设法提高电压 |
| | 带动的机械设备被卡住 | 检查机械设备,排除故障 |
| | 黄油太硬,小容量电动机不 能起动 | 此类故障发生在严冬无保温场所的电动机.拆开油盖加入少量机油 |
| | 定子或转子绕组断路 | 用万用表检查断路处,修复 |
| 闸刀开关合上后烧保险丝 | 开关和定子之间接线有短路 | 拆开电动机接头,检查导线的绝缘性能,消除故障 |
| | 定子绕组接地或短路 | 用万用表检查出短路处并修复 |
| | 电动机负载过大或有机械卡住现象 | 用电流表检查定子电流和转动转子有无卡住现象,减轻负载消除故障 |

续表

| 故障 | 原　因 | 处理方法 |
| --- | --- | --- |
| 闸刀开关合上后烧保险丝 | 保险丝选择太细 | 保险丝对电动机过载不起保护作用只要求对短路和过载起动时起保护作用，所以一般按下式选用：保险丝额定电流=起动电流/2～2.5倍 |
| 电动机起动困难加上负载后转速立即下降 | 电源电压低 | 检查电源电压 |
| | 转子鼠笼条松动或断开 | 拆开电动机检查转子鼠笼条情况 |
| | 定子绕组内部有局部线把接错 | 拆开电动机，检查极相组与极相组的连接方向是否与展开图一致 |
| 电动机空载电流偏大 | 电源电压过高 | 检查电源电压 |
| | 电动机定子与转子之间气隙较大 | 拆开电动机，用内卡、外卡尺测量定子内径和外径 |
| | 电动机定子绕组匝数未绕够 | 检查电源电压，重绕定子绕组，增加匝数 |
| | 电动机装配不当 | 用手试转，如转动不灵活，则可能端盖螺丝没有平衡上紧，可放松螺丝再试转 |
| 机壳带电 | 引出线或接线盒接头的绝缘损坏碰地 | 检查后套上绝缘管或包扎绝缘布 |

| 故障 | 原　　因 | 处理方法 |
|---|---|---|
| 机壳带电 | 绕组端部太长碰机壳 | 端盖卸下后接地现象即消除，此时应将绕组端部刷一层绝缘漆，并垫上绝缘纸再装上端盖 |
| | 槽口绝缘纸损坏 | 细心扳动绕组端部，耐心找出绝缘损坏处，然后垫上绝缘纸再涂上绝缘漆 |
| | 槽内有铁屑等杂物未除尽，导线嵌放后即通地 | 拆开每个线把接头，用淘汰法找出接地线把后，进行局部修理 |
| | 在嵌线时，导体绝缘有机械损伤 | 同上 |
| | 外壳没有可靠接地 | 按上述几个方法排除故障后，将电动机外壳可靠接地 |
| 绝缘电阻降低 | 潮气浸入或有水滴入电动机内 | 用摇表检查后，进行烘干处理 |
| | 绕组上灰尘污垢太多 | 消除灰尘、油污后，浸漆处理 |
| | 引出线和接线盒接头的绝缘即将损坏 | 重新包扎引出线接线头 |
| | 电动机过热后绝缘老化 | 可重新浸漆处理 |
| 轴承盖发热比机壳温度高 | 新换轴承装得不好，有扭歪、卡住等不灵活现象 | 转动转子或拆端转动轴承找出故障 |
| | 轴承油干涩，润滑油太少 | 清洗轴承加上轴承润滑油 |
| | 有漏油现象，润滑太多 | 一般润滑油加到轴承室的70%左右，即轴承加满，轴承盖内加一层即可，转动转子，检查皮带紧张情况， |
| | 皮带张力太紧或联轴器装配不在同一线上 | 联轴器联接情况 |
| | 轴承油内有灰砂杂和铁屑等物 | 用铁棒或螺丝刀一头放在轴承端盖处 |
| | 轴承已损坏 | 用耳倾听，轴承运转有杂声，应清洗轴承 |
| | 端盖与机座不同心，转起来很紧 | 换上同型号轴承<br>检查端盖同心度 |

# 第四章　单相电动机定子绕组

## 第一节　线把

### 一、线把

线把也叫线圈，如图 4-1(a)所示。线把是用固定直径的高强度漆包线按固定根数在定型绕线模上绕制出来的，每个线把都有两个头，整个电动机的每相绕组就是靠这些单个的线把连接组成的。

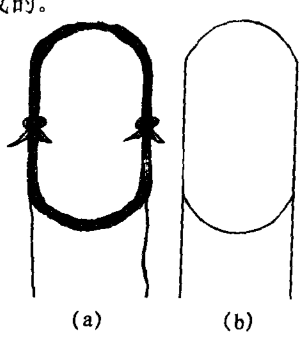



图 4-1 圆弧形线把

每个线把都有两个边，这两个边分别下在定子铁芯的两个槽中，称线把的有效边。在图上左侧的边叫线把的左边，右侧的边叫线把的右边。

图 4-1(a)是圆弧形线把，在绕组展开图中用图 4-1(b)表示。

### 二、线把导线直径和匝数

1. 导线的直径：是指把导线绝缘皮去掉的直径，用毫

米做单位，测量导线之前要先把导线的绝缘层用火烧掉，一般把导线端部用火烧红一两遍，用软布擦几次，就把绝缘层擦掉了，切不可用刀子刮或用砂布之类擦导线绝缘层，那样测出的导线直径就不准了。测量导线要用千分尺，这是修理电动机必备的测量工具，使用方法见产品说明书，也可向车工师傅请教。

表 4–1 中列出了 QQ 和 QI 型漆包线的规格，实际单相电动机用导线是在 $\varphi 0.16$ 毫米–$\varphi 1.25$ 毫米之间，在一个线把中只用一种直径的导线绕制。

2. 线把的匝数：线把的匝数是指每把线单根导线绕制的总圈数。比如 JX05A–4 型 8W 单相电动机技术数据表上标明，导线直径 0.18 毫米，匝数是 570，就是这种电动机每一个线把直径用 0.18 毫米导线单根绕 570 圈而绕制的。在单相电动机绕组中，每个极相组中的每把线匝数不相等，比如 JY09A–4 型 180W 单相电动机运转绕组的每个极相组由 3 把线组成，第一把线（从小把开始）46 匝，第二把线 82 匝，第三把线 46 匝，该极相组总匝数是 174 匝。电动机运转绕组、起动绕组每个极相组总匝数是相等的。

## 三、起动线圈

起动线圈（也叫起动环、短路环）在电动机绕组中的作用是起动，整个绕组中有两组起动线圈，每一组起动线圈是用一根或两根 $\varphi 0.5$ 毫米以上导线。两头短路焊接成一个大圈，再按实际要求拧成 2–3 小圈，嵌到定子槽中就形成了起动线圈，如图 6–6 所示。

## 四、同种导线代换

在更换起动线圈或较粗导线的绕组时，如手头没有相符的导线，经过计算，可用两根细线代换一根粗线。

## 表 4-1 QQ、QI 漆包线直径、截面积

| 导线直径 (mm) | 带漆导线直 径 (mm) | 导线截面积 ($mm^2$) | 导线直径 (mm) | 带漆导线直 径 (mm) | 导线截面积 ($mm^2$) |
|---|---|---|---|---|---|
| 0.16 | 0.19 | 0.0201 | 0.62 | 0.69 | 0.302 |
| 0.17 | 0.20 | 0.0227 | 0.64 | 0.72 | 0.322 |
| 0.18 | 0.21 | 0.0255 | 0.67 | 0.75 | 0.353 |
| 0.19 | 0.22 | 0.0284 | 0.69 | 0.77 | 0.374 |
| 0.20 | 0.23 | 0.0314 | 0.72 | 0.80 | 0.407 |
| 0.21 | 0.24 | 0.0346 | 0.74 | 0.83 | 0.430 |
| 0.23 | 0.25 | 0.0415 | 0.77 | 0.86 | 0.466 |
| 0.25 | 0.28 | 0.0491 | 0.80 | 0.89 | 0.503 |
| 0.27 | 0.30 | 0.0573 | 0.83 | 0.92 | 0.541 |
| 0.29 | 0.32 | 0.601 | 0.86 | 0.95 | 0.561 |
| 0.31 | 0.34 | 0.0775 | 0.90 | 0.99 | 0.666 |
| 0.33 | 0.36 | 0.0855 | 0.93 | 1.02 | 0.670 |
| 0.35 | 0.41 | 0.0962 | 0.96 | 1.05 | 0.724 |
| 0.38 | 0.44 | 0.1134 | 1.00 | 1.11 | 0.785 |
| 0.41 | 0.47 | 0.1320 | 1.04 | 1.15 | 0.849 |
| 0.44 | 0.50 | 0.1521 | 1.08 | 1.10 | 0.916 |
| 0.47 | 0.53 | 0.1735 | 1.12 | 1.23 | 0.985 |
| 0.49 | 0.55 | 0.1886 | 1.16 | 1.27 | 1.057 |
| 0.51 | 0.58 | 0.204 | 1.20 | 1.31 | 1.131 |
| 0.53 | 0.60 | 0.221 | 1.25 | 1.36 | 1.227 |
| 0.55 | 0.62 | 0.238 | | | |
| 0.57 | 0.4 | 0.255 | | | |
| 0.59 | 0.66 | 0.273 | | | |

同种导线的代换是以代换前后导线截面积相等为条件的，表 4-1 中列出了 QQ 与 QI 型直径 φ0.16-φ1.25 毫米铜漆包线的规格，有了导线直径就可以直接查出该导线的截面积。

实际情况中有时想把原电动机绕组中两根导线变换成一根，有时想把原绕组一根导线变换成两根，这就需要计算。

例如 JY2A-4 型 800 瓦电动机，该电动机运转绕组用 φ1.25 毫米漆包线，每个极相组是 96 匝，在修理时买不到 φ1.25 毫米导线，电动机又急等使用，这就需要经过计算找到 2 根可代替它的导线，并且使替换后的截面积不变。经查表可知 φ1.25 毫米导线截面积是 1.227(毫米$^2$)，φ0.86 毫米导线截面积是 0.561(毫米$^2$)、φ0.90 毫米导线截面积是 0.66(毫米$^2$)，两根导线截面积的和等于 1.277(毫米$^2$)。所以可用 φ0.86 毫米、φ0.90 毫米两根导线相并(代替一根直径为 1.25 毫米的导线)，按原运转绕组每个线把的匝数重新绕制。

## 五、节距

一个线把两个边之间距离多少个槽叫线把的节距（也叫跨距）。图 9-7 运转绕组，第 1 把线的左边下在 1 槽，右边下在 4 槽，该线把的节距为 1-4，其它 7 把线槽位虽不同，其节距均为 1-4。图 6-1 运转绕组的第一个极相组，小把线左边下在 3 槽中，右边下在 6 槽中，其节距为 1-4，中把线左边下在 2 槽中，右边下在 7 槽中，其节距为 1-6，大把线左边下在 1 槽中，右边下在 8 槽中，其节距为 1-8。

## 第二节　单相绕组排布接线法

### 一、极相组

每相绕组中一个或几个同方向串联能产生一对磁极的线把组叫极相组。一个极相组有时由一把线组成，有的极相组是由多把线组成，不管几把线组成一个极相组，必须保证这几把线是同一个方向串联，其电流方向相同。在绕组展开分解图上已标明组成每个极相组每把线两边的电流方向。

### 二、同心式绕组

以不同节距安放（线把彼此同心地套着），由两把线以上组成极相组连接成的绕组叫单层同心式绕组。图 6–1 运转绕组小把线节距为 1–4，中把线节距为 1–6，大把线节距为 1–8，大把线套着中把线，中把线套着小把线，所以称为同心式绕组。

### 三、链式绕组

由同节距的线把组成极相组连接（像链子一样）起来的绕组叫链式绕组。图 9–7 叫链式绕组。图 9–5 所示运转绕组为同心式，起动绕组为链式，以运转绕组为准，称该电动机为同心式绕组。

### 四、极相组的头尾命名法

在绕组展开图中，每个极相组的左边引出线头做头，每个极相组右边引出线头做尾，电流从每个极相组左边流进，从右边流出，命名这个极相组为正向极相组，图 7–3(a)$A_1$，$A_3$ 为正向极相组。电流从极相组右边流进从左边流出，这个极相组为反向极相组，图 7–3(a)的 $A_2$，$A_4$ 就称反向极相组。

### 五、极相组与极相组的连接

极相组按规律连接起来，才能组成定子绕组。单相电动机定子绕组、起动绕组是按照跨距在两个相邻极面内同相的两个极相组采用"头接头"和"尾接尾"的规律连接起来的，该绕组称显极式绕组。在显极式绕组中，每个极相绕形成一个磁极，每相绕组的极相组数与磁极数相等，也就是说在显极式绕组中每相绕组有几个极相组该电动机就是几极的电动机。图 4–2 是显极绕组示意图(注除单相罩极电动机外，实际上没有凸形的极掌，为说明问题，图 4–2 用极掌形象表示绕组中磁极分布)。

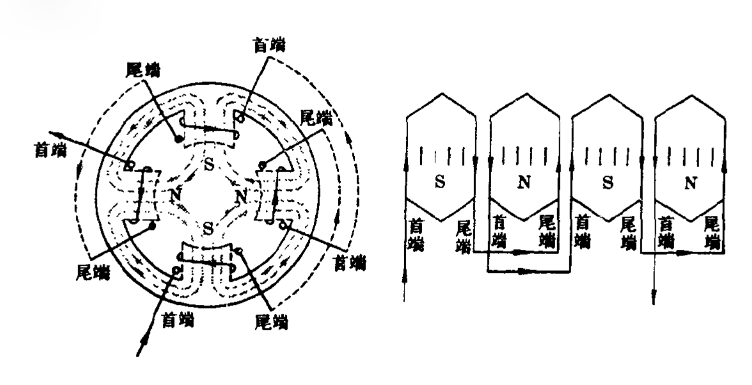



图 4–2 显极式绕组

在显极式绕组中，为了要使磁极的极性 N 和 S 相互间隔，相邻两个极相组里的电流方向必须相反，流进相邻两个极相组边的电流必须一致，即相邻两个极相组的连接方法必须尾端接尾端，首端接首端（电工术语为"尾接尾""头接头"），也即反接串联方式。极相组与极相组的连接线称过线。

本书中所有电动机绕组都是显极式绕组，为使名词简

化，在提到绕组名词的前面没有加上"显极"两字，但均是显极式绕组。

## 六、极相组的命名

起动绕组和运转绕组的极相组在定子铁芯内不是单独存在，而是成对出现的，这就需要给每个极相组起名称，运转绕组用 $A$ 字母为实头，在字头后面用阿拉伯数字代表该极相组顺序数。图 7–3(a)$A_1$ 代表运转绕组的第 1 个极相组，$A_2$ 代表运转绕组的第 2 个极相组，$A_3$、$A_4$ 分别代表运转绕组第 3、第 4 个极相组。起动绕组用 $F$ 表示，$F_1$ 代表起动绕组的第 1 个极相组，$F_2$ 代表起动绕组的第 2 个极相组，$F_3$、$F_4$ 分别代表起动绕组的第 3 个、4 个极相组。

## 七、组成每个极相组线把的命名法

由两个以上的线把组成的极相组，以这个极相组字母为字头，横线后面用阿拉伯数字代表每把线的顺序号。如图 7–3(a)中第一个极相组 $A_1$ 由 3 把线组成，小把线命名 $A_{1-1}$，中把线命名为 $A_{1-2}$，大把线命名为 $A_{1-3}$，$A_2$、$A_3$、$A_4$、$F_1$、$F_2$、$F_3$、$F_4$ 极相组的每把线命名也用这种方法，每个极相组不管头尾在哪边，线把的排列命名都是从小把线往大把线排列。

## 八、定子槽的排列与展开图

定子槽分布在定子内表面的圆周上，用图 4–3(a)所示的圆筒形来表示。在圆筒的内表面上的直线表示定子槽，如果按图 4–3(a)沿 1 槽与 24 槽之间剪开，然后把这张图展开如图 4–3(b)所示，这样的图叫展开图。展开图上标有定子槽号的图叫定子展开图，定子展开图上的槽号要逆时针排列。

把单相定子绕组画在定子展开图上的叫绕组展开图，单

相绕组在一起不便查看，把单相绕组分开画在图上叫绕组展开分解图。

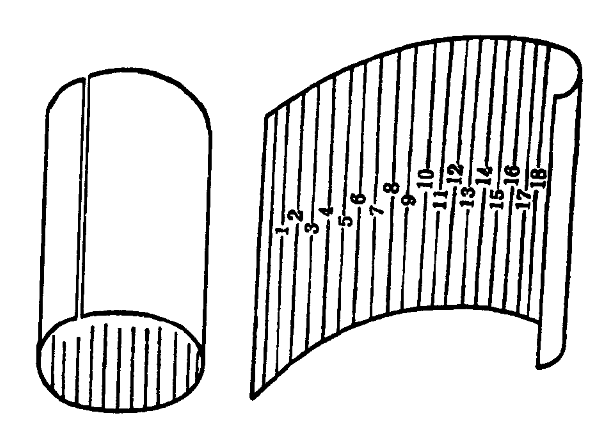



图 4-3 定子铁芯展开示意图

# 第五章　更换绕组前的工作及工具和仪表

## 第一节　电动机的拆卸

确认电动定子绕组和轴承出了故障，就需拆开电动机检查。拆卸方法和步骤如下。参照图 2-1 所示，第一步卸下风扇罩；第二步卸下风扇；第三步卸下穿进后轴承外盖、后端盖拧在后轴承内盖上的三个固定轴承螺丝，拿下后轴承外盖（小型电动机端盖上没有内外轴承盖）；第四步拧下固定前端盖的螺丝；第五步将电动机皮带轮向上直立起来，地上准备好木蹾，双手抓住皮带轮，把电动机提起来，往木蹾上蹾。也可以在安装风扇的转子轴端垫上木块，用榔头敲击木块，使前端盖与定子外壳分离。第六步将前端盖与定子外壳分离后，双手抓紧皮带轮把转子及前端盖一同从定子中抽出来；第七步将定子平放（和电动机正常使用一样），用木棍把后端盖顶掉，电动机拆卸完毕。

## 第二节　轴承的检查与更换

电动机卸开后，要详细检查轴承磨损是否严重或是否已彻底损坏。转子和定子间隙一般在 0.3 毫米左右，轴承一旦磨损严重或损坏，会造成扫膛的故障，很快烧坏绕组。如果该电动机烧坏绕组的原因是因为轴承损坏引起的，要是不换新轴承，更换完绕组后使用时间不久还会把绕组烧坏（有的轴承磨损不太严重的电动机，在轻负载下工作基本正常，加

大负载转子便扫膛，时间一长绕组就会烧坏)。这样就要仔细检查轴承磨损程度，鉴别轴承好坏，发现轴承磨损严重要及时更换。

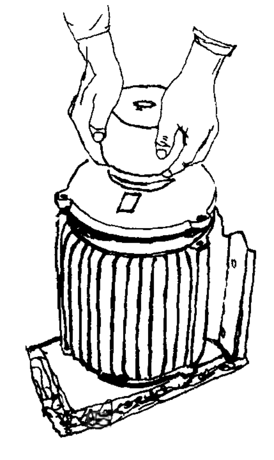


图 5–1 蹲开电动机转子

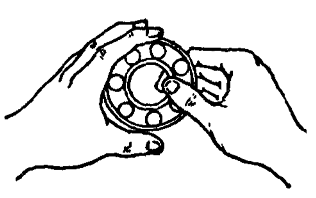


图 5–2 中小型轴承的推动检查方法

检查轴承时，首先用刷子蘸汽油或柴油把后轴承清洗一遍，在灯光下仔细检查，良好的轴承滚珠和滑道不应该有凹坑和碎裂纹，其滚珠架应完好无损，轴承内外套与滚珠之间不允许有轴向间隙。用左手的"虎口"卡住轴承的外钢圈，用右手的食指和拇指捏住内钢圈，并用力向各个方向推动它，如图 5–2 所示。如果推动钢圈感到很松，间隙很大，证明这只轴承磨损严重，不能再用。检查定子铁芯和转子两端有没有摩擦痕迹，也能证明那端轴承是否磨损严重。检查前轴承时可先简单判断，方法是将转子和前端盖直立起来，左手卡紧皮带轮，右手拇指和食指捏住前端盖做径向运动，检查时若不松动，证明轴承良好，松动则证明前轴承磨损严重，应卸下皮带轮、前端盖，仔细检查前轴承。发现某个轴承磨损时需卸下轴承进行更换。轴承的拆卸一般采用专用工具轴承拿子，将轴承卸下。

在没有轴承拿子或不适用轴承拿子的情况下，可把金属棒顶在轴承的内套圈上，用手锤敲打金属棒，把轴承慢慢敲

出，如图 5–3 所示。切勿用手锤直接敲打轴承，以免把轴承敲坏。敲打时，要使内套圈的一周受力均匀。可在相对两侧轮流敲打，不可偏敲一边，用力也不宜过猛。

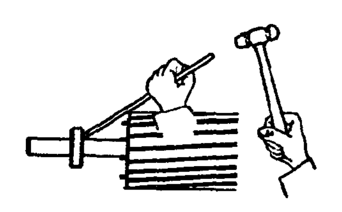


图 5–3 用金属棒敲打拆卸滚珠轴承

也可按图 5–4，在轴承内套圈下面垫两块铁板，铁板架起使转子旋空，轴的端面上垫放一块硬木块,用手锤敲打（不允许直接用手锤敲打轴端面，不然会造成卷曲），敲打时着力点应对准轴的中心，用力不可偏歪，也不能过猛，转子下面要垫些柔软的东西，以防轴承脱下时跌坏转子和转轴。当敲打到轴承逐渐松动时，用力应减弱，最后卸下轴承。

有时拆卸轴承时出现轴承架碎了，滚珠与外套脱落，内套卸不下来，最好的办法是把两根铁杆焊在轴承内套的滑道上，注意电焊不能损伤电动机轴，架起转子，在转子轴端部垫上木块，趁热往下敲击，这样很容易卸下轴承内套。

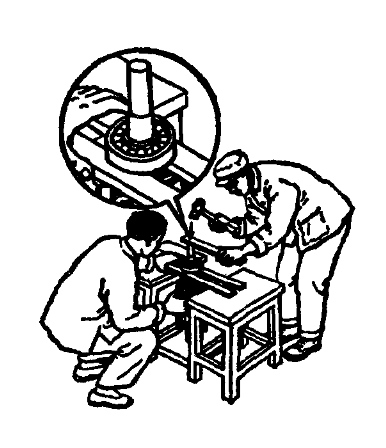


图 5–4 垫铁板拆卸轴承

换新轴承的方法是“热套”，把要安装的轴承放在机油内加热，温度在 90–110℃，也可把 200W 灯

泡放在轴承内套上加热，当温度达到 90—110℃时，快速套在转子轴上，按图 5—5 所示，用铁管顶住轴承内套，用锤子敲打铁管上端，使轴承与轴肩靠严，顶在轴承内套上的套管端面要平整，粗细合适，否则在敲击套管时可能碰坏轴承架。

安装轴承时标号要向外，以便检修轴承时能很方便地了解这个轴承的型号，有轴承盖的在安装轴承前不要忘记先套上内轴承盖。

图 5—5 安装轴承

用手转动安装好的轴承看是否转动灵活，有无磨擦，检查轴承是否与轴肩紧靠；检查无误后按第十四章介绍的在轴承内装好耐高温黄油。

## 第三节 记录数据

单相电动机的故障大多出在运转绕组、起动绕组、电容器和离心开关、轴承这四部分。经检查电容器和离心开关良好，就需拆开电动机检查，拆开电动机后发现故障是因轴承损坏、磨损严重或太脏，要参照本章二节内容维修。如发现运转绕组良好无损，只是起动线圈或起动绕组烧坏，可以单拆出起动绕组或起动线圈，按原导线规格、匝数、线把周长绕好线把，重新下在线把对应的槽中，按原电动机接线即可使用；如运转绕组烧坏就必须重新更换电动机绕组。在拆绕组前，将各种技术数据，详细记录在如表 5—1 所示的单相电动机修理记录卡上，作为更换绕组或修复同型号电动机的技术数据。

## 表 5–1 单相电动机修理记录卡

一、用户记录　　　　　　　　　　　　　　编号________

送机者姓名______，单位__________，日期____年____月____日，损坏程度__________________，所差件______________，应修部位__________，初定价_______，取机日期____________，其它事项__________________________________________________。

二、铭牌数据

型号______，极数____极，转速____r/min，功率______W，电压______V，电流______A，电容器容量______μF，电动机起动运转方式__________式。其它__________________________________。

三、定子铁芯及绕组数据

定子铁芯外径______mm，内径________mm，长度______mm，槽数____槽。绕组形式________式。运转绕组每个极相组总匝数____匝，由φ____mm导线____线把组成。第一个线把（从小线把开始）周长______mm，匝数____匝，绕线模标记________。第2个线把周长______mm，匝数____匝，绕线模标记________。第3个线把周长______mm，匝数____匝，绕线模标记________。第4个线把周长______mm，匝数____匝，绕线模标记________。第5个线把周长______mm，匝数____匝，绕组模标记________。第6个线把周长______mm，匝数____匝，绕线模标记________。起动绕组每个极相组总匝数_______匝，由φ____mm，导线______个线把组成。第一个线把(从小线把开始)周长_______mm，匝数____匝，绕线模标记________。第2个线把周长______mm，匝数____匝，绕线模标记________。第3个线把周长______mm，匝数____匝，绕线模标记________。第4个线把周长______mm，匝数____匝，绕线模标记________。第5个线把周长______mm，匝数____匝，绕线模标记

________。第 6 个线把周长______mm，匝数____匝，绕线模标记________。每个起动线圈____圈，长度________mm，导线直径________mm。运转绕组旧线重量_____kg，用新线_____kg。起动绕组旧线重量 kg，用新线重量________kg。其它________________。

四、绕组展开分解图

起动绕组(起动线圈)

运转绕组

五、修后自评

优点＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿，缺点＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿，重修应改处＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿。

## 第四节　拆除旧绕组

下面介绍三种拆除旧绕组的方法。

### 一、通电加热法

在二相绕组没有断路的情况下，将电容器、离心开关短路、将电动机电源插头直接接到 220 伏电源上，由于通入的电流较大，很快将绝缘漆软化。要迅速断开电源，把绕组一端用剪刀剪断，用钳子从别一端把绕组拔出。

### 二、火烧法

将定子垂直垫起来，在定子内腔放入木柴等燃料用火烧，待绝缘物全被烧着软化后，用剪刀把接线端绕组剪断，用钳子从定子另一端拔出导线。注意火势不能太猛，时间不能过长，否则会损坏定子铁芯片与片之间绝缘，使电动机效率降低。实际工作中是不提倡用火烧法拆除旧绕组的。

### 三、冷拆法

把定子垂直立起来，绕组引出线一端在上面，用一把锋利的扁铲挨铁芯把绕组一端铲掉，如图 5–6 所示。扁铲的刃要放平，不能把定子铁芯铲坏，铲掉线把的截面要与定子铁芯成平面，不能有歪茬，然后把定子垫起来，垫物高度应高于定子铁芯的高度，用一把与槽口截面积相似但比槽口截面积稍小的冲子，转圈从槽中往下冲，如图 5–7 所示。线把因浸漆烤干已成为坚固的一体，线把在每个槽中四周又有一层绝缘纸随冲子往下冲，槽与线把的边形成了一种间隙，

槽内已成一体的导线是好冲的，但因绕组下面的端部粘连很牢固，使劲冲一槽，就会造成这槽的导线弯曲在槽内，要求从某槽开始转圈往下冲，每个槽一次冲下20毫米左右。

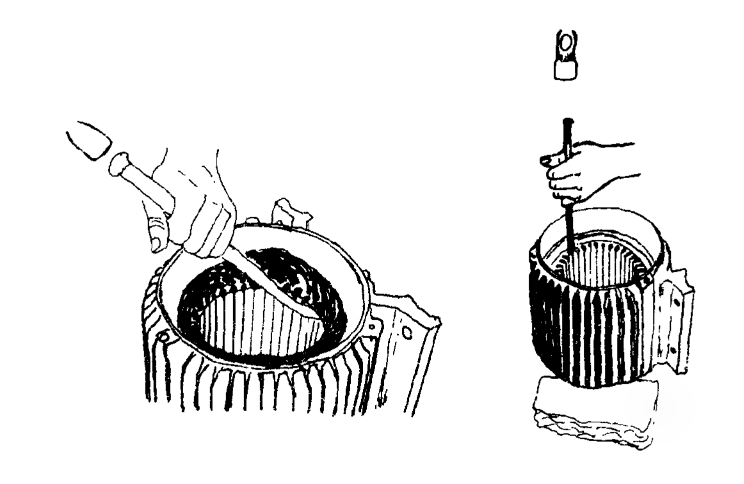


图5-6 用扁铲铲掉一端导线　图5-7 用冲子转圈冲出每槽中的导线

本法是作者在实际中摸索出的一种理想拆电动机绕阻的方法。现在部分修理部采用火烧法，用冷拆法拆电动机比用火烧法可以提高效率10多倍，火烧法对电动机铁芯有严重破坏作用，定子铁芯片与片之间绝缘或氧化膜是为了减少磁阻提高效率，如果烧的次数多了，铁芯之间绝缘层被烧坏，时间长铁芯会生锈成为一体，这样铁芯磁阻增加、涡流增大，效率降低、功率下降，电动机发热严重（有的电动机修理次数多了，发热严重，主要原因是因烧的次数多引起的，这种故障除换掉铁芯外别无它法），因此有必要强调拆绕组时不宜采用火烧法。

制造冷拆用的工具也很简单，冲子用钢质材料锻打加工而成，其截面比定子铁芯截面积小些而长度比定子铁芯长出50毫米，扁铲刃部要有弯儿，要磨出木工用的凿子一样的斜度，扁铲淬火要合适，刃要锋利，这样铲掉的线把才无毛茬。如果自己制造冲子和扁铲有困难，可邮购这套拆电动机工具。

## 第五节　裁绝缘纸制做槽楔儿

### 一、裁绝缘纸

新修电动机应采用与原电动机相同的绝缘纸，平常电动机绝缘材料一般采用一层或两层聚脂薄膜青壳绝缘纸。

槽绝缘纸、相间绝缘纸和层间绝缘纸可采用同样的绝缘纸。如果槽绝缘纸两端伸出定子铁芯之外的长度太短了，绕组对铁芯的安全距离（漏电距离）不够，导线容易与铁芯短路；太长了绕组整形时槽绝缘纸容易在槽底裂开，因此最好按电动机槽绝缘纸的长度裁制。槽绝缘纸的宽度可根据实际而定，因为下好线要剪去高出铁芯的绝缘纸，太宽了浪费；太窄了又包不住线把的边，宽度可根据试验来定。要一次裁出比槽数多些的槽绝缘纸，放在一边，随下线安插在槽中。

层间绝缘纸是用于分开同槽内上下两线把边的绝缘纸，所有的层间绝缘纸尺寸一样，下线前分别折成如图5–8所示的形状，放在一边准备下线时用。

相间绝缘纸是垫在绕组两端每个极相组之间，起到相间绝缘作用。相间绝缘纸的形状如图5–9所示，相间绝缘纸尺寸按原电动机相间绝缘纸的尺寸裁制，裁好后放在电动机一旁准备下线时用。

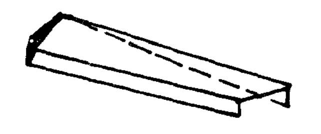


图 5–8 层间绝缘纸形状



图 5–9 相间绝缘纸形状

## 二、制做槽楔儿

槽楔儿可安插在槽中用来封槽口，槽楔儿最好用新厚竹片制作，也可用筷子制作，槽楔儿截面是等腰梯形，长度与槽绝缘纸长度相等，制做方法简便，做出的槽楔儿要保证与电动机的槽楔儿基本相似。具体做法如下：

第一步：把竹片子或筷子截成与槽绝缘纸一般的长度

第二步：把竹片子或筷子劈开，注意宽度和厚度与原槽楔儿宽度和厚度一样。

第三步：右手将电工刀刃卡在桌子的边上，左手拿槽楔儿半成品一端（硬皮在下面），往怀中拉，使刀刃平滑地削成斜面，如图 5–10 所示。千万不要像用刀削萝卜皮一样来削槽楔儿，那样削出的槽楔儿既不符合规格又不好用。做出的槽楔儿不能是"△"形，槽楔儿上端部不能高出定子铁芯，如果高出定子铁芯，转子按入定子内，可能造成摩擦故障。

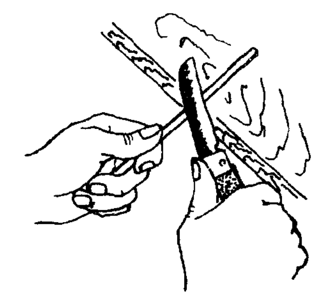
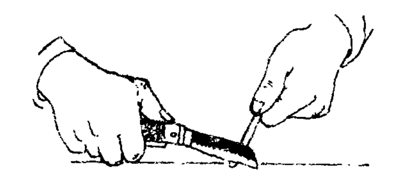


图 5–10 制槽楔儿的方法

第四步：用同样的方法削掉对面斜腰，将槽楔儿半成品调个方向，用同样的方法削掉另端的两边斜腰。

第五步：按图 5–11 所示将槽楔儿一头削成斜茬，以便



槽楔儿能顺利插入槽中，并不损坏槽绝缘纸。槽楔儿分五步七刀制好。要自己领会，掌握要领，使制做的槽楔儿与原电动机槽楔儿一样。

图 5-11 将槽楔儿一头削成斜茬

一般是下完一槽线制做一根槽楔儿，在下线前可将制做槽楔儿的材料截好，放在一边，一边下线一边制作。

# 第六节 制做绕线模

线把形状和周长尺寸必须符合原电动机线把标准，制做绕线模要依照原电动机线把中最短的一根确定线把周长，制做绕线模的模芯。如空壳无绕组或原线把不合适，可自己用简单的方法估测，方法是用一根导线做成线把形状，按规定的节距放在定子槽内，线圈两端弯成椭圆形，往下按线圈两端，当与定子壳轻微相挨时其线把周长基本合适，如图 5-12 所示。线把太小，将给嵌线带来困难；线把过大，不仅浪费导线，还会造成安装时绕组端部与外壳短路。所以在制做绕线模前，一定要精确测量线把周长，制做出的绕组模才精确。

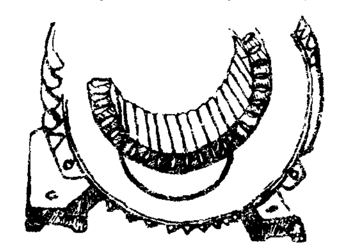
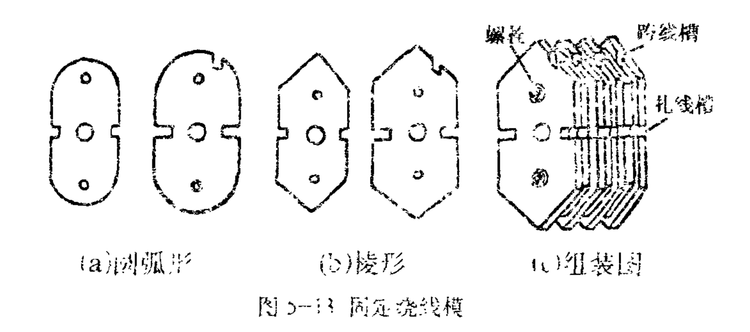


图 5-12 测量线把周长

## 一、固定式绕线模

固定式绕线模一般用木材制成，由模芯和隔板组成。绕

线时是将导线绕在模芯上，隔板可起到挡着导线不脱离模芯的作用，一次要绕制几联把的线把，就要做几个模芯，隔板数要比模芯数多一个。固定绕线模分圆弧型和棱形两种，图5-13(a)是圆弧形绕线模的模芯和隔板，用该绕线模绕出的线把主要用在单相电动机中。图5-13(b)是棱形绕线模的模芯和隔板，用该绕线模绕出的线把主要用在双层绕组的电动机中。图5-13(c)是棱形绕线模组装图，跨线槽的作用是当线绕好后可以把线把从跨线槽过到另一个模芯上，继续绕另一把线。扎线槽的作用是，待将线把全部绕好后，从扎线槽中穿进绑带，将线把两边绑好。



(a)圆弧形　　(b)棱形　　(c)组装图

图5-13 固定绕线模

固定绕线模一次绕出一个极相组即剪断线，模芯做好后要放在溶化的蜡中浸煮，这样绕线模既防潮不变形又不损线把。

## 二、可调绕线模

### 1. 万用绕线模

由于电动机种类很多，在重换绕组时要为每个型号的电动机制造绕线模，不但费工费料，而且影响修理进度。因此可制作能调节尺寸的万用绕线模。图5-14即为万用绕组模

中的一种。

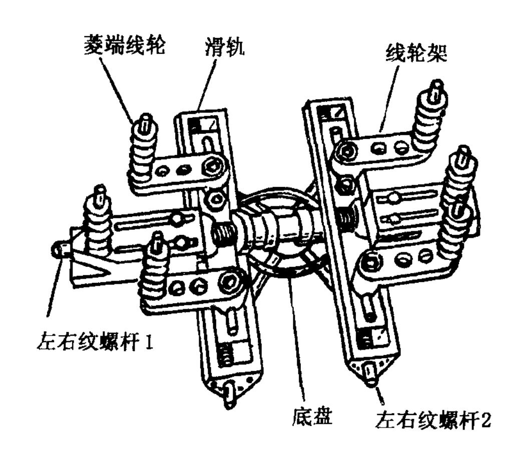



图 5-14 万用绕线模

4 个线架装在滑块上，转动左右纹螺杆 2 时，滑块在滑轨中移动可调整线把的宽度；转动左右纹螺杆 1 时，滑轨在底盘上移动可调整线把的直线部分长度；另外两个菱端线轮直接装在滑轨上，调整菱端线轮位置就可调整线把端的长度。绕线时，将底盘安装在绕线机上，进行绕线。绕好、扎好一个极相组的线把后，转动螺杆 1 缩短滑轨距，卸下线把。

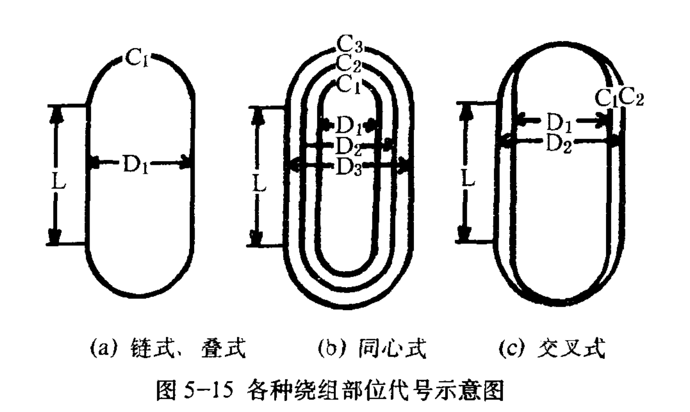
河北省遵化市电动机维修技校研制生产的 SB-1 型 SB-2 型和单相电动机椭圆万用绕线模，是在图 5-14 所示的万用绕线模基础上，经过多次研究改进生产的更为理想的万用绕线模，一次能绕出 6 把线，并能绕不同形式的线把，调试简单精确。修理部或业余修理者，若有一台万用绕线模，能满足修理普通电动机的需要。现将 SB-1 型、SB-2

型和单相万用绕线模性能使用方法介绍如下。

2. SB-1型万用绕线模使用方法

(1) SB-1型万用绕线模，由36块塑料端部模块，两块1.5毫米厚的铁挡板和6根长固定螺杆、6根长细螺丝杆组成。产品如封底照片所示，适应绕制单相和三相电动机不同形式的线把，按每相绕组线把数增减每组模块数，一相绕组可一次成形，中间无接头，同心式、交叉式、链式和叠式绕相全部通用。

(2) 图5-15标出了各种形式线把的各部位名称代号，L代表把线两边长度，一般比定子铁芯长20-40毫米。$D_1$代表小线把（第1把线）两个边的宽度，$D_2$代表中线把两个边的宽度，$D_3$代表大线把两个边的宽度。$C_1$代表小线把(第一把线)周长，$C_2$代表中线把周长，$C_3$代表大线把周长。




(a) 链式、叠式　　(b) 同心式　　(c) 交叉式

图5-15 各种绕组部位代号示意图

(3) 拆绕组时每一种线把要留一个整体的线把，记下L、D、C数据（其周长C以线把中最短的一匝数为标准)。

（4）绕制 $D$ 小于 60 毫米的线把时（小型单相电动机）采用图 5-16（a）的调试方法。由 2 组模块组成，每相绕组或每个极相组有几个线把，每组（每根螺杆上的模块称一组模块）就用几个模块，用螺丝杆固定成一个整体。穿在粗螺线杆上，改变粗螺杆孔位和每个模块位置，可以调试出每把线的周长。绕线机轴选穿在 $\varphi_2$。

在绕制 $D$ 大于 60mm 的线把时采用图 5-16(b)的调试方法，由 4 组模块组成，每相绕组或每个极相组有几个线把每组就用几个模块，绕线机轴选穿在 $\varphi_1$，改变 $K_1$、$K_2$ 和 $K_3$、$K_4$ 的角度可以调试出 $D$ 的尺寸，改变控制 $K_1$、$K_2$ 与 $K_3$、$K_4$ 的螺杆孔位和 $K_1$—$K_4$ 的位置，可以调试出 $L$ 和 $C$ 的数值。在绕制 $D$ 大于 90 毫米的线把时采用图 5-16(c)的调试方法，由 6 组模块组成，每相绕组或每个极相组有几个线把，每组就用几个模块，绕线机轴选穿在 $\varphi_2$，改变 $K_1$、$K_3$ 和 $K_4$、$K_6$ 的角度，可以调试出 $D$ 的尺寸，改变固定螺杆孔距可以调试出 L 的数值，同时配合调整 $K_1$—$K_6$ 模块位置可以调试出线把周长 $C$ 的数值。

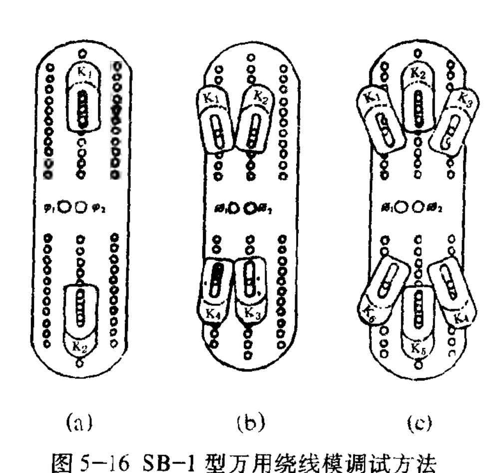



图 5-16 SB-1 型万用绕线模调试方法

(5) 在调试链式、叠式绕组的线把时，将模块摞在一起直接调试。在调试同心式、交叉式绕组的线把时，可用 φ1mm 左右的导线按小、中、大把线的周长焊成圈，套在模块的模芯上进行调试（每块模块都有 30 毫米调量）。SB-1 型万用绕线模是针对适应初学者、低成本、通用型设计的，不管调试什么形式的线把，只要 L、C、D 与原电动机线把尺寸相等即可。

将调试好的万用绕线模每组模块用 2 根细长螺丝杆固定在一起，并记录清位置，将每组模块穿在粗螺丝杆上，固定所对应孔的两块档板之间，最后将装配好的 SB-1 型万用绕线模固定在绕线机或铁架儿上，按原电动机线把匝数、线把数分别绕制出单相电动机所需线把数。

3. SB-2 型万用绕线模的使用方法

图 5-17 SB-2 型万用绕线

(1) SB-2 型万用绕线模由 D 分别是 87 毫米、60 毫米、47 毫米独立的三组模板和模芯，分大、中、小三个型号，每个型号由 14 块塑料档板，12 个模芯 4 根细长螺丝杆，一条铁档板，两根粗螺丝杆组成。D 等于 87 毫米定为大号，D 等于 60 毫米定为中号，D 等于 47 毫米为小号。SB-2 型万用绕线模组装如图 5-17 所示。每组模芯组装图如图 5-18 所示，按照电动机线把的要求选择 D 的尺寸，按图 5-19 调试模芯上下位置可以调试出

线把 L 的尺寸。

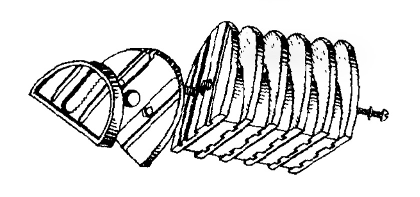


图 5-18 每组模芯示意图

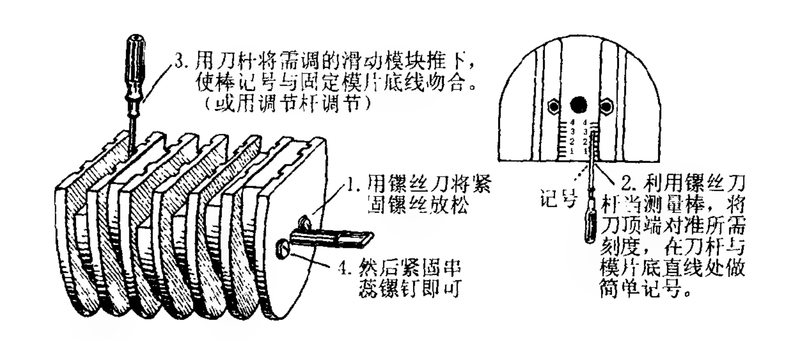



图 5-19 调试模芯的方法

将万用绕线模调试好后照图 5-20 所示将万用绕线模安装在绕线机轴上，垫上大圆垫圈，拧紧绕线机螺丝母，按原电动机线把匝数、线把数分别绕制出单相电动机所需线把数。

线把绕制好后，用绑扎线将各线把两边分别绑扎好，松

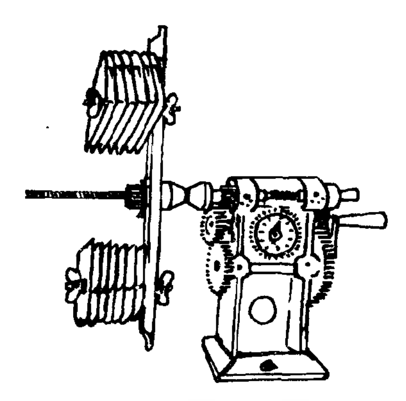


图 5-20 将绕线模安装在绕线机上

动螺帽，用手捏住模块，相对与绕组旋转 90 度，即可取出模块，另一端模块也用同样方法取出。

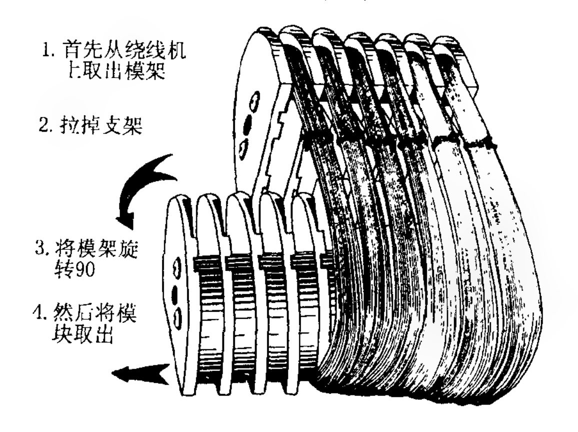



图 5-21 取下线把的方法

4. 单相电动机椭圆万用绕线模使用方法

单相电动机椭圆万用绕线模组装图如图 5-22 所示，由 7 块椭圆型塑料档板,6 个可调活动塑料模芯组成。每块模板

两面分别镶嵌着两个可调模芯，如图 5-23 所示。按原电动机每把线 $L$、$C$、$D$ 尺寸分别在每块模板上调好模芯的位置，组装在一起，安装在绕线机上，按每把线的匝数进行绕制线把。

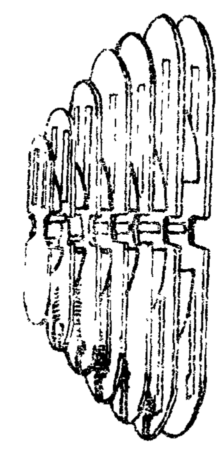


图 5-22 单相椭圆万用绕线模

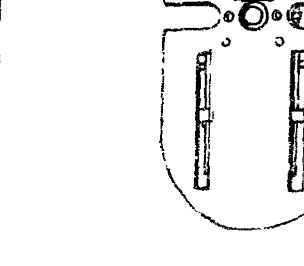


图 5-23 模板示意图

## 第七节 绕制线把工艺和线头的连接

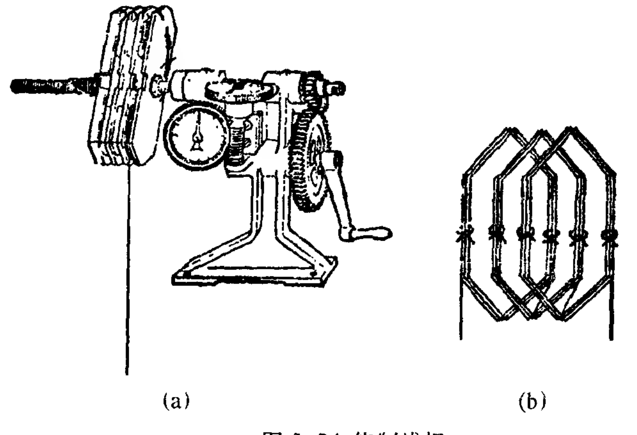
### 一、绕线把工艺

将绕线模安装在绕线机的轴上，用螺丝拧紧。检查所要绕的线轴放线是否灵活，线把是几根并绕，就应用几根同时放线，同时绕。把绕线机上的指针调到零的位置，按原电动机每个线把的匝数，列出一个匝数表，按着数字表从右向左绕完一把线后，线头从隔板上的跨线槽处过到左边的模芯上，开始绕第二把线，如图 5-24(a)所示。就这样把每相绕组的线把依次绕完后，将每把线的两边用绑带绑好拆下。比

如绕制 $CO_2$7112 型 180 瓦单相电动机绕组时，运转绕组每个极相组有 6 把线，第 1 把线 10 匝，第 2 把线 39 匝，第 3 把线 86 匝，第 4 把线 61 匝，第 5 把线 73 匝，第 6 把线 77 匝，每个极相组匝数是 297 匝，应先列出匝数表，如表 5-2 所示。

**表 5-2 匝数表**

| 线　　把 | 1 把 | 2 把 | 3 把 | 4 把 | 5 把 | 6 把 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 每把线匝数 | 10 | 29 | 47 | 61 | 73 | 77 |
| 绕线时匝数 | 10 | 39 | 86 | 147 | 220 | 297 |



(a)　　　　(b)

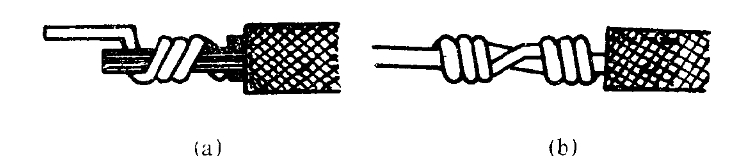
图 5-24 绕制线把

在绕线时，将绕线机指针调至零位置，左手从右边第 1 个模芯开始放线，将线头留在跨线槽端。右手顺时针旋转绕线机，一边绕线一边看着绕线机上的指针，当指针指向 10 时，就把导线从端部跨线槽过到第 2 个模芯上，绕到 39 匝，将导线从端部跨线槽进到第 3 个模芯上，以此类推，一

直绕到第 6 把线指针指向 297 匝时结束。

## 二、线头的连接

在绕线把时出现断头要留在线把两端部任意一端，将两头简单拧在一起，待整个绕组的线把绕制完再卸下，剪去过长部分，刮净线头部位绝缘漆层，套上套管。如图 5-25(b)所示，一圈挨一圈拧紧，用烙铁搪好锡，这样增大线头接触面积，减小电阻，防止线头打火，线头接好后套上套管。导线与引出线相连接，如图 5-25(a)所示。



(a)　　　　　　　　(b)

图 5-25 线头的连接

# 第八节　修理工具简介

在修理电动机的工作中常用的工具有：钳子、扳子、剪子、电工刀、螺丝刀、榔头、扁铲、冲子、绕线模、绕线机、放线器、划线板、压脚、打板、电烙铁、拨轮器、轴承拿子、兆欧表、万用表、钳形电流表、千分尺等。

## 一、钳子

钳子根据形状分为尖嘴钳、扁嘴钳、斜嘴钳和花腮钳等，它的大小用长度来标称，常用的一般有 12 厘米、18 厘米、24 厘米三种。修理电动机一般用尖嘴钳和 0.24 厘米花腮钳，主要用来切断不需要的导线或将导线拧合在一起，是电动机修理工作中不可缺少的工具。

## 二、板子

板子分开口板子(列口板子)、活口板子、套管板子，它是在拆装电动机时拧紧或旋松螺丝之用。最好选用开口扳子和套管扳子。

## 剪子

按其长度可分为大、中、小号三种，主要用它来裁制绝缘纸和每下完一个线把线的边剪掉槽中无用的槽绝缘纸边。最好选用手术用弯剪，这种剪子使用起来比较灵活。我们研究一种专门剪槽内绝缘纸的长把推剪，形状如图 5-26 所示。

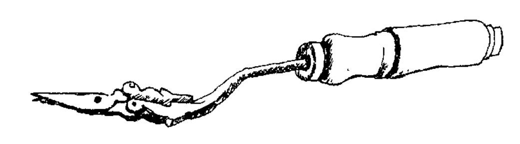


图 5-26 长把推剪

## 四、电工刀

电工刀是由钢性的刀头和镶有绝缘的刀柄组成，按长短不同分为大号、小号两种。在电动机修理工作中，用它可以制做槽楔儿，刮去导线上的绝缘层及裁制绝缘纸等。

## 五、螺丝刀（改锥）

螺线刀是由工具钢制成的刀杆和木质或塑料制成的刀柄组成。它是用来拧紧或旋松带有沟槽的螺丝，根据螺丝的粗细可以选用螺丝刀的大小，螺丝刀的大小用长度来标称，一般可分为 9 厘米、12 厘米、18 厘米、24 厘米四种。在修理电动机时常用 9 厘米和 12 厘米的螺丝刀。

## 六、榔头

1. 金属榔头是由工具钢锻打淬火制成，它的大小用重量来计算，一般工作中常用的重量是 0.75 千克，它主要使用在拆装电动机时。

2. 橡胶榔头是用橡胶制做的，专门用于绕组整形。

## 七、扁铲

扁铲由工具钢锻打淬火而成，如图 5−27 所示，实物见封面彩图，主要用来铲掉绕组端部导线，使用方法详见本章第四节。



图 5−27 扁铲

## 八、冲子

冲子是经淬火加工而成，其端部截面积比定子槽形小，长度比定子铁芯长。主要用来冲掉槽内导线。使用方法见本章第四节。适应各种电动机冲掉槽内导体用，实物见封底彩图。

## 九、划线板

划线板如图 5−28 所示，是用绝缘板锉磨而成的，划线

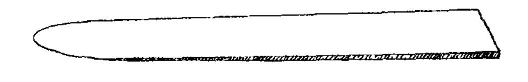


图 5−28 划线板

板的头部呈鸭嘴形。在往槽中划线时用鸭嘴部将导线一根根划进槽中，它的大小可根据电动机槽口大小制作。

## 十、绕线模、绕线机

见本章第六、七节。

## 十一、压脚

如图 5–29 所示，分大中小三个型号，是用黄铜或不锈钢制成。它的大小根据电动机槽而定，一般 4.5 千瓦以下 $JO_2$、Y 系列电动机可以使用同样型号压脚。压脚的作用是每下完一槽线把的边，利用压脚伸进槽中，将包在导线上的槽绝缘纸压平，使蓬松的导线紧压在一起，使槽楔儿顺利插入槽中，注意操作时不要用力过猛，以免损坏导线的绝缘层。实物见封底彩图。

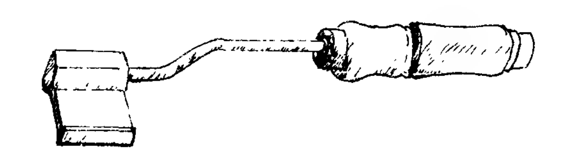


图 5–29 压脚

## 十二、打板

打板是用软质木料做成，它的形状像个大鸭嘴，大小可根据电动机定子绕组确定。用它可修定绕组形状，使用方法及形状如图 12–1 所示。

## 十三、电烙铁

电烙铁是焊接绕组导线接头用的，它是用电加热，用焊锡做焊料、用松香做焊剂的焊接工具。

## 十四、清槽锯

清槽锯是清除电动机定子槽内残存绝缘物的专用工具。

清槽锯可在一段钢锯条背上焊上铁把，如图 5–30 所

示，使用时在槽内前后锯蹭槽内残留的绝缘物达到清槽目的。

### 十五、清槽钢丝刷

如图 5–31 所示，在三根拧在一起铁条的端部均匀夹着钢丝，制成圆刷。是用于清除定子槽内残存绝缘物。

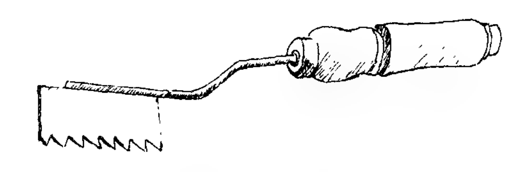


图 5–30 清槽锯



图 5–31 清槽钢丝刷

### 十六、拔轮器、轴承拿子

拔轮器是由中碳钢锻打而成，主要用它拆卸皮带轮。轴承拿子主要用来拆卸轴承用。

## 第九节　仪器仪表简介

### 一、兆欧表

测试电动机绕组与地绝缘电阻、绕组与绕组之间绝缘电阻，要用兆欧表测量，下面介绍兆欧表的使用方法。

1. 使用兆欧表注意事项：

(1) 测量时必须切断电动机电源。

(2) 兆欧表上的两根测试导线要相互分开。不能拧在一起，测试连接线的绝缘要良好，外表清洁、干燥，否则会引起测量的误差。

(3) 测量前应该对兆欧表进行一次开路和短路试验以检查兆欧表是否完好。先将兆欧表上两根测试连接线分开，摇动手柄，表针应指在“∞”（无穷大）处，再将两根连接线接在一起，缓缓摇动兆欧表手柄，表针摆向“0”（零欧）处，证明兆欧表良好。

(4) 测量中若表针已经指零，就不要继续摇动手柄以免表内线圈发热损坏。

(5) 兆欧表上的单位是兆欧（用字母 MΩ 表示）。当用兆欧表测量电阻时，把兆欧表上的两条测试连接线接在被测位置上，顺时针摇动兆欧表手柄，达到规定的转速（每分种约 120 转），表针所指数值就是所测电阻值。

2. 用兆欧表测试绕组对机壳绝缘电阻（也称对地的绝缘电阻）

在接线板上把起动绕组和运转绕组连接起来，然后兆欧表上的一条测试连接线连在接线板上任意一个接线螺丝上，另一条测试连接线接在电动机外壳上，如图 5–32 所示，顺时针摇动兆欧表手柄，指针指在大于 5 兆欧，证明两相绕组对地电阻符合绝缘标准；如果表针指向小于 1 兆欧的数值上，证明电阻过低，不能投入运转。要检查电动机槽绝缘有否损坏或者是否受潮，再根据情况加以修理或烘干。

3. 用兆欧表测试绕组相与相之间的绝缘电阻

在接线板上去掉连接线，使起动绕组和运转绕组的线头不连接，兆欧表上的一条测试线与运转绕组的一个头相连接，一条测试线与起动绕组的线头相连接，顺时针均匀摇动

兆欧表手柄，测出两相绕组的绝缘电阻，相与相之间的绝缘电阻应大于5MΩ，符合绝缘标准；如果小于1MΩ，要分析原因，是否相间绝缘纸、层间绝缘纸损坏，电动机受潮，根据情况加以修理或烘干。

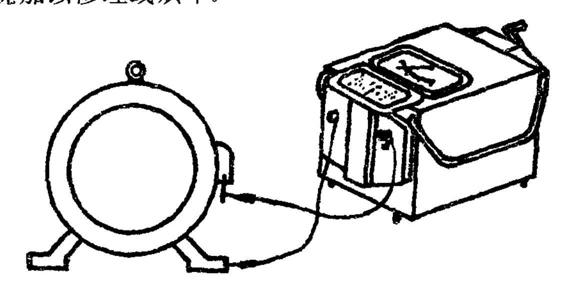


图 5-32 兆欧表测量电动机绝缘电阻

## 二、万用表

万用表是测量电动机绕组短路、断路必不可少的测量仪表。与兆欧表使用方法相似，但比兆欧表使用简单。

万用表上有多档量程，要测量什么就要先把选择与量程开关旋转到什么档上，切不可弄错档。例如，量程开关指在电流位置时，万不可把表笔接在电源的两端去测电压，这样做，会把表烧坏。

万用表内所装的电池是为测量电阻的，测量电阻以后，应把选择与量程开关转到电压的位置；如果不这样做，常因两个表笔碰在一起，造成短路，把电池的电白白浪费掉。

## 三、钳形电流表（卡表）

钳形电流表是一种携带式仪表。常用的钳形电流表是T-301型(还有T-302型钳形电流电压表)，它的外形如图5-33所示。这种电流表由电磁式仪表和电流互感器两部分

构成。用电流互感器把被测电流变小以后，送到电流表中去，用电磁式依表测量电流。转动改变量程的旋钮，可以选择不同的量程（有 10，25，50，100，250 安五档）。

在测量正在工作中的电动机的工作电流时，先张开钳口，把被测电源的一根导线卡在钳口内（注意不要卡 2 根导线）再把钳口闭合，钳形表上的表针即可指示出电流的数值，测量中要保证两钳口之间的接触面贴紧。应选用大量程，根据读数再选用小量程，以提高读数的准确性，应尽量让指针接近满刻度。

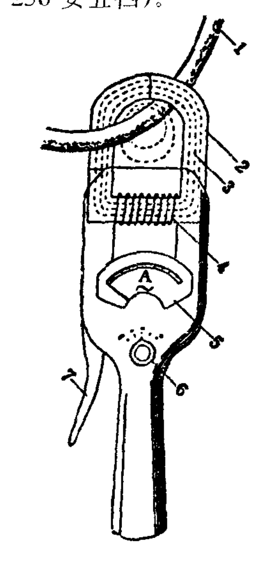


图 5–33 钳形电流表

每种型号的电动机的起动电流、额定电流在每个铁芯、绕组技术表中列出，供测量时参考。如果测出电动机起动电流和额定电流与表上出入很大，证明电动机有故障，要分析原因排除故障。

## 四、千分尺

它用于测量导线的外径，可选用测量范围是 0–15 毫米的千分尺。

测量导线直径时，两测量面间的距离大小，可以从套管的刻度上直接读出。读数时要先读出固定套管上的毫米刻度，再读活动套管上的毫米小数，然后将两个读数加起来，即为测量零件的尺寸。使用方法为：

（1）使用前要擦净千分尺的测量面，并转动棘轮，使两测量面无间隙，套管线要对准零位。

（2）被测导线要擦干净。

（3）测量时，一手拿住弓形架，一手拿棘轮旋钮，测轴螺杆将近导线表面时，就不再直接旋转活动套管而轻轻转动棘轮旋钮，当棘轮发出咔咔的声音时，即可读出尺寸。

（4）测量时，左手拿导线，右手操作，详细使用方法可请教车工师傅。

# 第六章 罩极单相电动机下线方法及绕组展开分解图

本章介绍6种罩极单相电动机的下线方法及绕组展开分解图。实际用的电动机是厂家设计的，绕组参数不一，国家又没有统一定型，所以每种形式的电动机只要学会更换绕组、接线、测量即可。所修复电动机绕组必须按原电动机绕组的参数更换。

## 第一节 罩极单相电动机2极16槽同心式绕组展开分解图及下线方法

### 一、2极16槽节距1–4、1–6、1–8同心式绕组展开分解图及下线方法

1. 起动线圈占据3.9、4.10；11.1、12.2槽的下线方法

(1) 绕组展开分解图

图6–1画出了罩极式2极16槽同心式绕组展开分解图，从图中可以看出运转绕组分别由$A_1$、$A_2$两个极相组组成，每个极相分别由彼此同心的大中小三把线组成，第一个极相组的三把线从内向外分别命名$A_{1-1}$（小把线）、$A_{1-2}$(中把线)、$A_{1-3}$(大把线)；第二个极相组的三把线，从内向外分别命名为$A_{2-1}$、$A_{2-2}$、$A_{2-3}$。极相组与极相组的连接方式采取的显极连接方式，所以说该电动机是两极电动机。

从图6–1可以看出运转绕组分别占据6、3、7、2、8、1和14、11、15、10、16、9槽。起动线圈占据着9、3、10、4和1、11、2、12槽，有5槽和13槽空着，在单相电

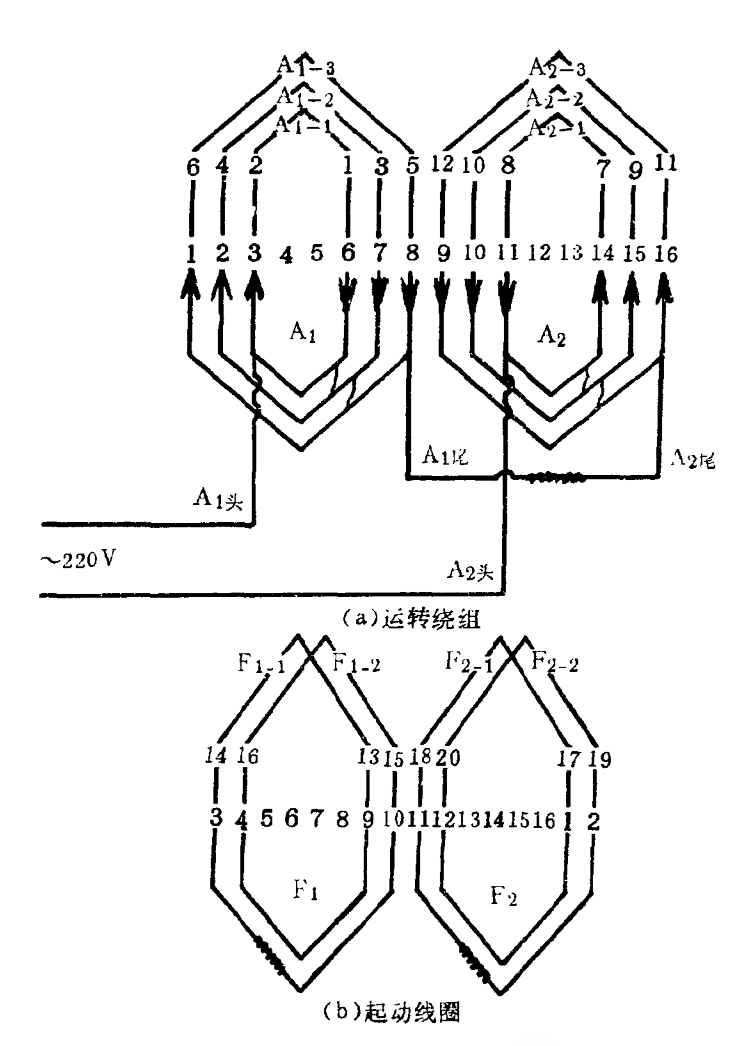



图 6—1 罩极电动机 2 极 16 槽同心式绕组展开分解图

动机定子铁芯上出现空槽，是设计上允许的。

(2) 线把的绕制和整理

开始学下线时，可用废铜丝或细铁线代替导线，在16槽定子上学下线、接线。学会下线以后，再下实际电动机绕组的线。

在微型万用绕组模上按小把线的周长调好，绕线机计数器指针调到零。依据原电动机线把的匝数按第五章第七节内容绕完小线把，再绕中线把，最后绕大线把，注意：每把线的过线要留在线头的同一端。

如在无数据的空壳定子铁芯上测定线把周长，要参照图5-12，要求重绕的极相组，中把线套着小把线，大把线套着中把线，每把线的周长设计不好将影响绕组端部的整体美观、浪费导线或破坏端部绝缘，所以设计线把周长时要细心。第一个运转绕组极相组的三把线绕好后，每把线的两边用绑带绑好，卸下，定为 $A_1$，按图6-1(a)所示摆放在桌子上。每把线及两个线头绑上白布条标上名称．小把线标为 $A_{1-1}$，中把线标为 $A_{1-2}$，大把线标为 $A_{1-3}$．从小线把引出的线头标为 $A_{1头}$．从大把线引出的线头标 $A_{1尾}$，如图6-2所示。

用同样的方法绕出运转绕组第二个极相组的三把线，定做 $A_2$，标上每个线把及两个线头的名称，小线把标为 $A_{2-1}$，中线把标为 $A_2$，大线把标为 $A_{2-3}$，从小线把引出的线头标为 $A_{2头}$，从大线把引出的线头标为 $A_{2尾}$．如图6-3所示．将两个极相组放在一旁，准备下线。

(3) 起动线圈的制做

起动线圈要用与原电动机一样的规格、一般长的铜漆包

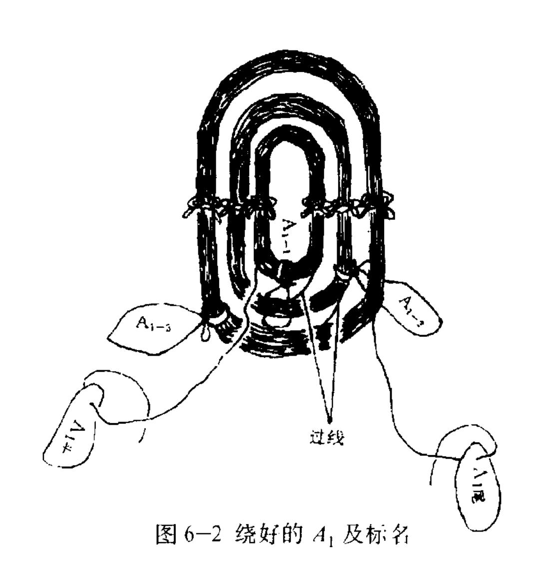



图 6-2 绕好的 $A_1$ 及标名

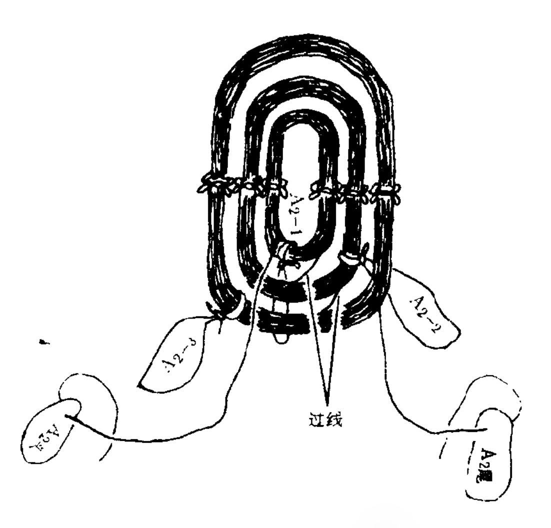



图 6-3 绕好的 $A_2$ 及标名

线截制，把每根导线两头的漆皮去掉，接成一个大圈；如图6-4所示．套上绝缘套管，接好线头，将绝缘套管套在线头上，每个起动圈就接成了一个大圈。

将大圈拧成个“8”字，如图6-5所示。将拧成8字的两个小圈叠在一起，就制成了起动线圈，定为 $F_1$，如图6-6所示。

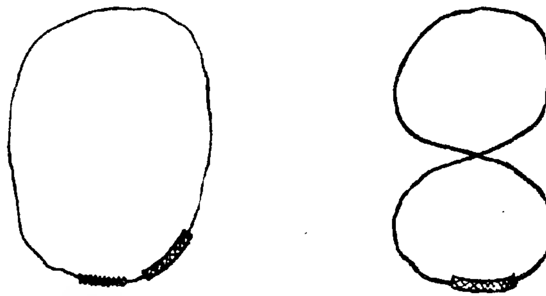


图6-4　先将起动线圈接成一个大圈　图6-5　将大圈接成8字

用同样的方法再制一组起动线圈定为 $F_2$，放在一旁准备下线。

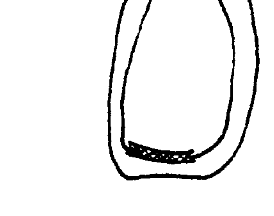


图6-6　制成的起动线圈

(4) 下线前的准备工作

选用与原电动机一样规格的绝缘纸，按原尺寸一次裁出12条槽绝缘纸，4块相间绝缘纸放一边待用，再裁几条同

样尺寸的绝缘纸作为引槽纸用。将做槽楔儿的材料和下线用的划线板、压脚、剪刀、电工刀、锤子、打板等工具放在定子旁，将电动机定子出线口一端对着下线者，做两块木垫块垫在定子铁壳两边，清除槽内杂物，擦干油污准备下线。

(5) 下线方法

将图 6–1 摆在定子旁的工作台上，每下一个极相组都要对着图，每下一把线要对着图上端所标下线顺序数字。

单相电动机只有一相绕组，第 1 槽设计在哪槽都可以，但要看好引出线的方向应与原绕组一致。将小线把的两个边下在所对应的槽中，再下中线把的两个边，最后下大线把的两个边。$A_2$ 的下线方法与 $A_1$ 的下线方法一样，详细下线顺序按绕组展开分解图上端所标下线顺序数字进行。

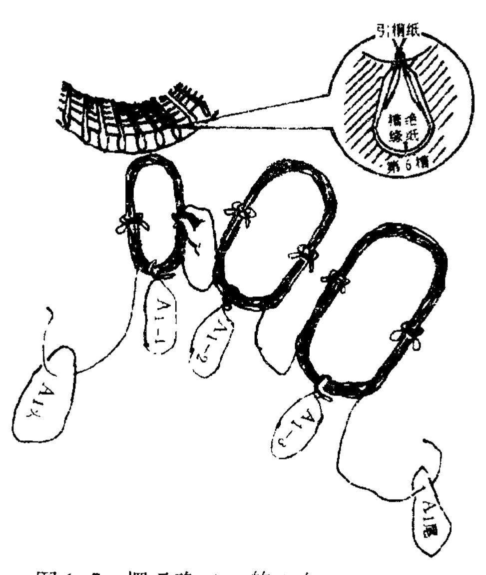



图 6–7　摆正确 $A_{2-1}$ 的方向

第 1 步：定好第一槽，从第一槽开始，反时针标清楚 2、3……16 槽，将槽绝缘纸光面向内（挨着导线），插进第 6 槽，将两条引槽纸光面向内插进 6 槽中，按照图 6−1(a)，将 $A_1$ 极相组摆放在定子铁芯前，右手拿起 $A_{1-1}$，查看 $A_{1头}$ 流进，从 $A_{尾}$ 流出，电流经 $A_1$ 的方向就时顺时针方向。实际绕组中的电流方向是随时间作周期性变化的，但下线时以图上的电流方向为准。经查实，$A_{1-1}$ 摆放的方向与图 6−1(a)的 $A_{1-1}$ 方向相符后，解开 $A_{1-1}$ 线把右边的绑带，按图 6−8 将 $A_{1-1}$ 右边放在 6 槽的引槽纸上，左手伸到定子铁

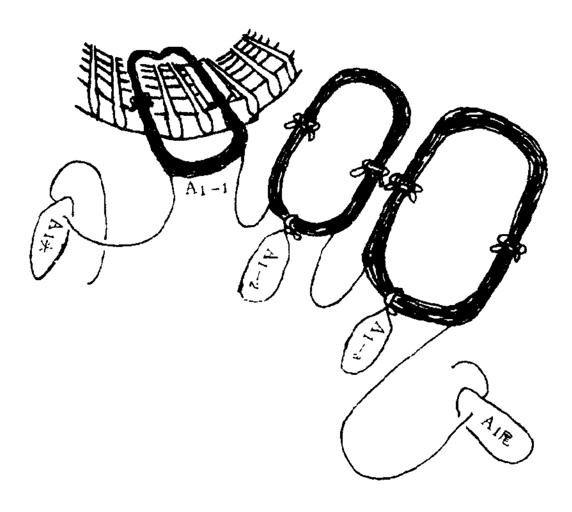



图 6−8　将 $A_{1-1}$ 右边放在 6 槽的引槽纸上

芯后面捏捻线把，拇指与食指往槽中捻线，右手握划线板从定子前端伸到铁芯内轻轻往槽中划导线，如图 6−9 所示。划线板要从槽的后端划到槽的前端，这是为了使导线很顺利地划进槽中，如果划线板划到槽的中间就抽出来，线把的该

端划进槽中，另一端会翅起来，所以不管一端下进槽中几根线，也要用划线板从该端划到另一端。如果导线在槽内拧花别着扣或叠弯，造成槽满率增大，不好下线，发现这种现象要将部分导线拆出整理直重下。划线时不能用力太大，否则将导线压弯造成槽满率增加。下线时左手捻开 5–8 根导线，右手从定子铁芯前端伸到后端，将这几根线分开，摆放在槽口处，右手握划线板先在槽口处轻轻地划几次导线。当导线理顺开后，用划线板的鸭嘴往槽中挤线，左手捻着线往槽中送，导线很容易进到槽中。导线进入槽中后，划线板还要在槽中再划两次，免得槽中导线有交叉上摞儿的，在下线时还要时时注意。槽绝缘纸伸出定子铁芯两端要一般长，用划线板划导线的，不要使槽绝缘纸随划线板移动，造成一端导线与定子铁芯相摩擦破坏绝缘层。

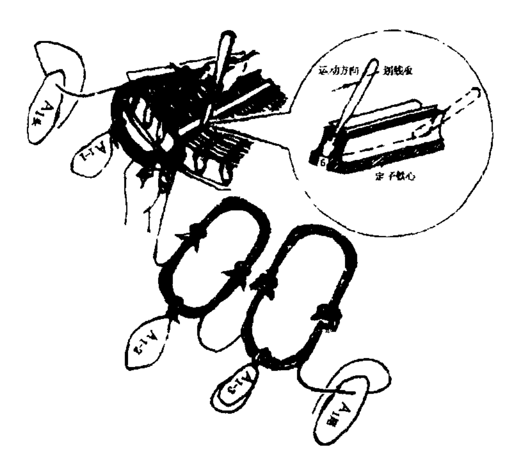



图 6–9　将导线划入 6 槽中

导线全部下入 6 槽后，将槽绝缘纸调整到两端伸出定子

铁芯长短合适的位置，把引槽纸抽出来，用剪刀剪掉高出槽口的绝缘纸，注意：剪刀不要跟剪布一样一下一下地剪，应该将剪刀张开一点，一直推剪刀到另一端，这样剪掉的绝缘纸一般高，为的是包线整齐，如图 6–10 所示。

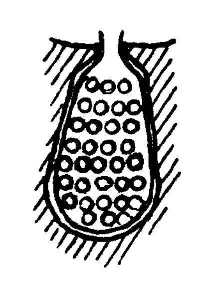


图 6–10 推剪掉高出槽口的绝缘纸

用划线板把槽绝缘纸从一边划进槽后，再划进另一边，使绝缘纸包着导线，按图 6–11 所示将压脚伸进第 6 槽中，上下按动

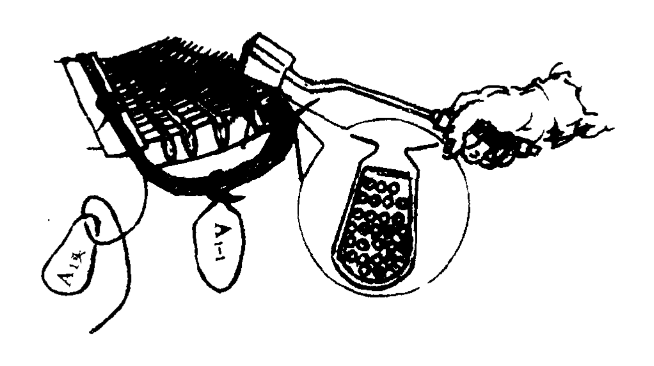



图 6–11 用压脚压实 6 槽内导线

压脚手柄从一端压到另一端，压平压实槽内绝缘纸，使蓬松的导线压实。注意：槽绝缘纸要正好包住槽内所有的导线，如发现有的导线下在槽绝缘纸外或没有被绝缘纸包上，要将槽绝缘纸拆开，包好导线后用压脚压实，再次检查槽绝缘纸伸出定子铁芯两端长度是否基本差不多，如一端槽绝缘纸伸出的长，另一端伸出的短，伸出长的一端整形时容易使

槽绝缘纸破裂，伸出短一端导线容易与铁芯造成短路，在安插入槽楔儿后检查出故障，还需拔掉槽楔儿排除故障，既费时间，对导线和绝缘纸的绝缘性能又有影响。所以，下线时要下完一槽，要检查一槽，发现隐患，及时排列。经检查无误后，将槽楔儿插入 6 槽中，如图 6–12，要检查槽楔儿是

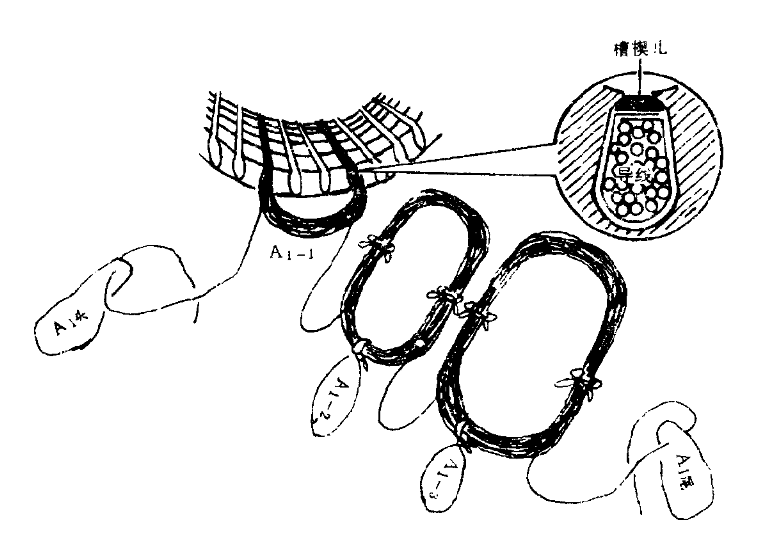



图 6–12 将槽楔儿安插 6 槽中

否高出定子铁芯，如果高出定子铁芯，烤完漆后，按不上转子或槽楔儿与转子摩擦影响电动机正常运转。槽楔儿的上面要削成平面，如图 6–12 所示，不要将槽楔儿制成"△"形。槽楔儿必须以原电动机槽楔儿的形状尺寸为基准，按第五章第五节的方法制做。在以下步骤的下线中每下完一槽都要检查槽楔儿是否符合标准，不再一一介绍。

按照图 6–1(a)检查实际下入 6 槽中 $A_{1-1}$ 右边是否与图

相符。检查中发现图 6-13 与图 6-1(a)不符，虽然 $A_{1-1}$ 的一个边也在 6 槽，但是 $A_{1头}$下在了 6 槽，$A_{1-1}$ 与 $A_{1-2}$ 的连接线留在了 $A_{1-1}$ 的左边，这就证明 $A_{1-1}$ 下反了，应拆出来按图 6-12 所示的方向重新下线。如果开始不检查，等到下完儿把线后再发现线把下反了，需拆出所下的线把重新下线或剪断线把的头按图重新接线，那就费工了。下线时要做到下完一个线把的边对着图检查是否下线正确，上个线把的边下不正确决不下下一个线把的边，证实上个线把的边确实无误后才能准备下下一个线把的边，每下一个线把的边都要这样检查，以后不再重复。

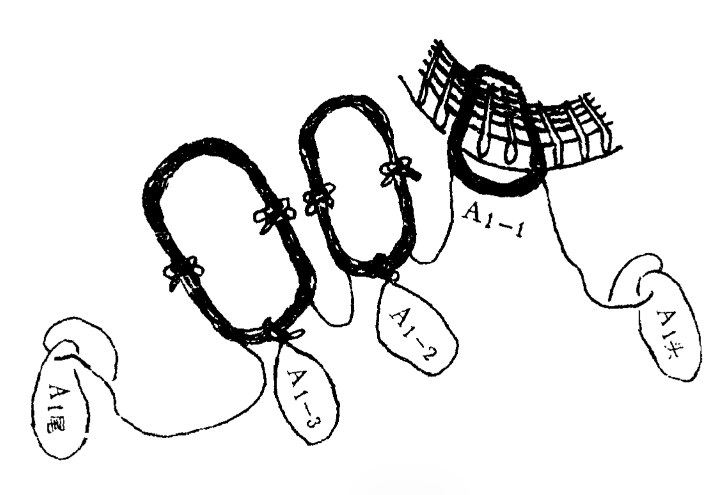



图 6-13　$A_{1-1}$ 方向下反了

第 2 步：将 $A_{1-1}$ 左边下在第 3 槽中，下完 $A_{1-1}$ 的左边后检查 $A_{1头}$从 3 槽中引出，为 $A_{1-1}$ 下线正确。

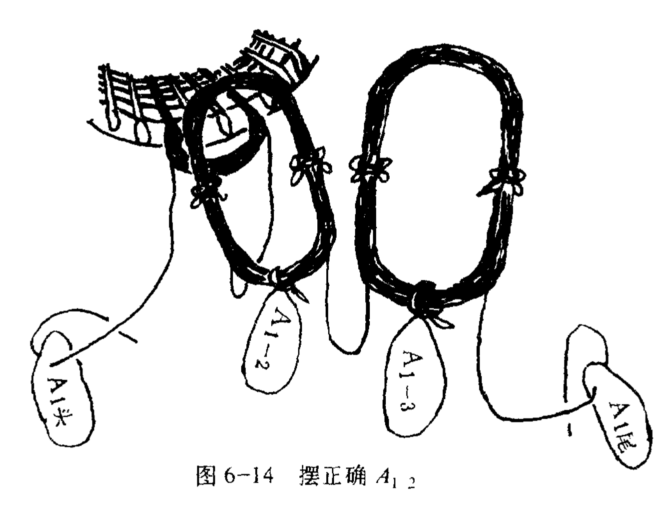



图 6-14　摆正确 $A_{1-2}$

第 3 步：对照图 6-1(a)上端下线顺序号，将槽绝缘纸和引槽纸安放在第 7 槽中，右手拿起线把 $A_{1-2}$ 正确摆放在定子铁芯内，要检查所摆放的方向是否与图 6-1 (a)$A_{1-2}$ 的方向相同，$A_{1-1}$ 与 $A_{1-2}$ 的连接线是 6 槽的引出线与 $A_{1-2}$ 的左边相连接，$A_{1-2}$ 与 $A_{1-3}$ 的连接线在 $A_{1-2}$ 的右边，为 $A_{1-2}$ 摆放正确，如图 6-14 所示。检查无误后，解开 $A_{1-2}$ 右边绑带，把 $A_{1-2}$ 右边放在 7 槽的引槽纸上，参照图 6-9 的下线方法，将 $A_{1-2}$ 右边下在第 7 槽中，插入槽楔儿，检查 $A_{1-2}$ 与 $A_{1-3}$ 的过线并从第 7 槽中引出，为 $A_{1-2}$ 右边下线正确，如图 6-15 所示。下完 $A_{1-2}$ 的右边后检查，线把与线把间的连接线不长不短夹在两线把之间，指正确无误。在检查中如发现图 6-16 所示的现象，$A_{1-1}$ 与 $A_{1-2}$ 的连接线明显出了一

个大线兜儿，查 $A_{1-2}$ 的电流方向与 $A_{1-1}$ 的电流方向相反，（每个极相组线把的边电流方向应相同），证明 $A_{1-2}$ 的方向下反了。应按图 6–15 所示改过来。在以后下线过程中，每下完一把线都要检查与上把线的连接是否与图 6–1(a)相符，出现差错及时改正，在以后的下线步骤中不再重复。

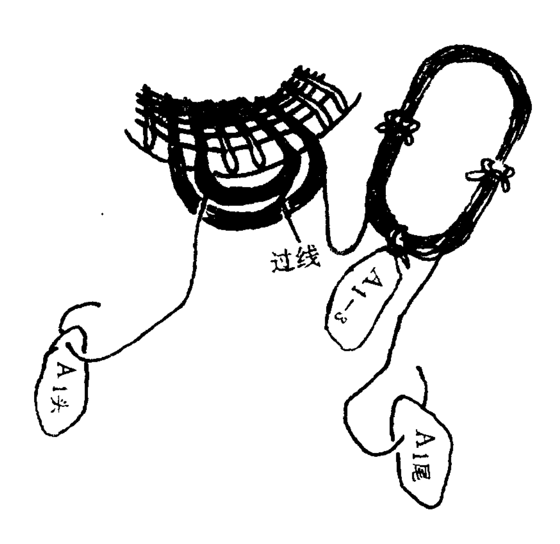



图 6–15　$A_{1-2}$ 右边下在 7 槽中

第 4 步：将 $A_{1-2}$ 左边下在第 2 槽中，安插槽楔儿，如图 6–17 所示，检查 $A_{1-2}$ 套着 $A_{1-1}$，$A_{1-2}$ 与 $A_{1-3}$ 连接线从 7 槽中引出，为 $A_{1-2}$ 下线正确。

第 5 步：正确摆放 $A_{1-3}$，检查 $A_{1-2}$ 与 $A_{1-3}$ 的连接线在 $A_{1-3}$ 左边，$A_{1尾}$ 在 $A_{1-3}$ 的右边，为 $A_{1-3}$ 摆放正确，将 $A_{1-3}$ 右边下在第 8 槽中，安插槽楔儿。如图 6–17 所示。

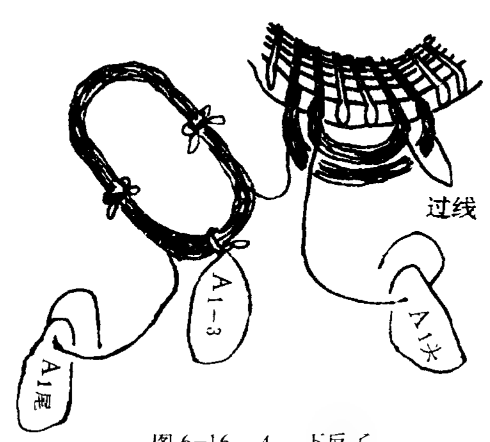



图 6-16　$A_{1-2}$ 下反了

第 6 步：将 $A_{1-3}$ 左边下在第 1 槽中，安插槽楔儿，$A_1$ 下完后进行检查，$A_{1头}$从 3 槽中引出，$A_{1尾}$从 8 槽中引出．三个线把的电流是一个方向。大线把套着中线把，中线把套着小线把，为下线正确及符合要求。

第 7 步：从图 6-1(a)可以看出 $A_2$ 与 $A_1$ 一样，就是每把线的槽位不一样，下 $A_2$ 时参照 $A_1$ 的下线方法，将 $A_{2-1}$ 右边下在第 14 槽中，安插槽楔儿，如图 6-18 所示。

第 8 步：将 $A_{2-1}$ 左边下在第 11 槽中，$A_{2头}$从 11 槽中引出，$A_{2-1}$ 与 $A_{2-2}$ 的连接线从 14 槽中引出，为 $A_{2-1}$ 下线正确，将槽楔儿安插入 11 槽中，如图 6-18 所示。

第 9 步：参照第 3 步正确摆放 $A_{2-2}$，将右边下在第 15 槽中，安插入槽楔儿，如图 6-18 所示。

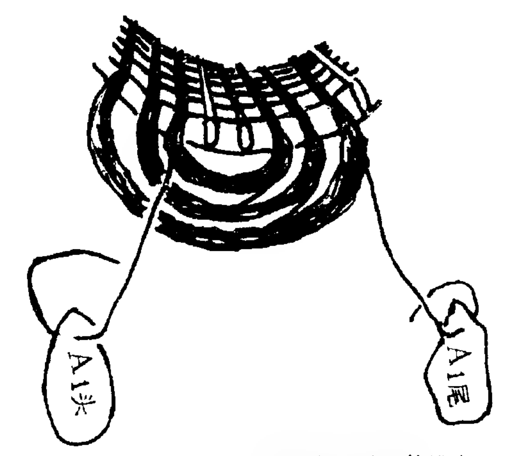



图 6-17　将 $A_{1\ 2}$、$A_{1\ 3}$ 下在所对应的槽中

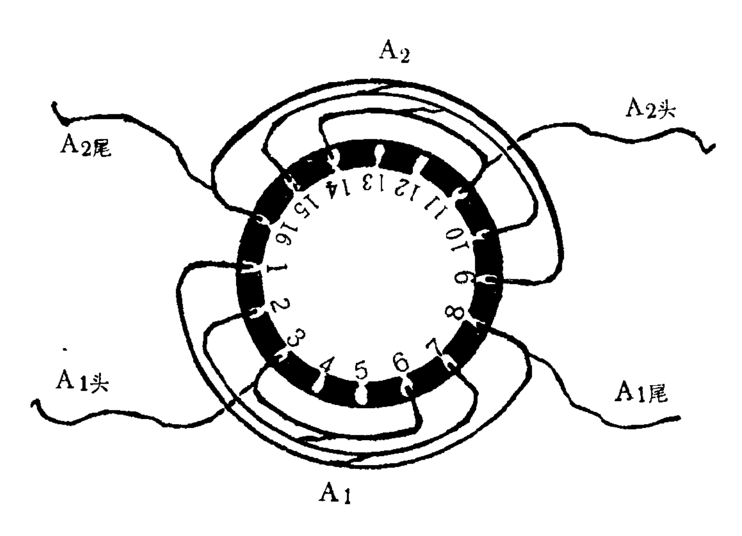



图 6-18　下好线的运转绕组端部示意图

第 10 步：将 $A_{2-2}$ 左边下在第 10 槽中，安插槽楔儿，检查 $A_{2-2}$ 与 $A_{2-3}$ 连接线从 15 槽引出，为 $A_{2-2}$ 下线正确。如图 6-18 所示。

第 11 步：参照第 5 步，摆放好 $A_{2-3}$，将 $A_{2-3}$ 右边下在第 16 槽中，安插槽楔儿，如图 6-18 所示。

第 12 步：将 $A_{2-3}$ 左边下在第 9 槽中，检查 $A_{2头}$从 11 槽中引出，为 $A_{2-3}$ 下线正确，安插入槽楔儿。如图 6-18 所示。$A_2$ 下完后，检查 $A_{2头}$从 11 槽中引出，$A_{2尾}$从 16 槽中引出，每个线把的节距与图 6-1(a)相符，为 $A_2$ 下线正确，如图 6-18 所示。

第 13 步：拿起一组起动线圈，拔下 9 槽槽楔儿，将其中一圈 $F_{1-1}$ 右边包上绝缘纸下在第 9 槽中，安插入槽楔儿，如图 6-19 所示。

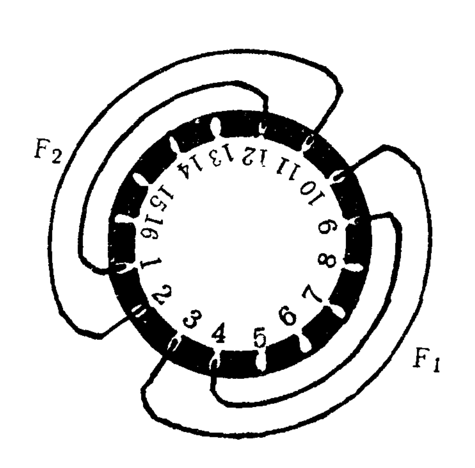



图 6-19　将起动线圈下在 9、3、10、4；1、11、2、12 槽中

第 14 步：拔下 3 槽槽楔儿，将 $F_1$ 左边包上绝缘纸下在第 3 槽中，安插入槽楔儿，如图 6–19 所示。

第 15 步：拔下 10 槽槽楔儿，$F_{1-2}$ 右边包上绝缘纸下在第 10 槽中，安插入槽楔儿，如图 6–19 所示。

第 16 步：将 $F_{1-2}$ 左边包上绝缘纸下在空槽 4 槽中，可不必安插槽楔儿，槽口空着可以，如图 6–19 所示。

第 17 步：拔下 1 槽槽楔儿，将 $F_{2-1}$ 右边下在第 1 槽中，安插入槽楔儿，如图 6–19 所示。

第 18 步：拔下 11 槽槽楔儿，将 $F_{2-1}$ 左边下在第 11 槽中，安插入槽楔儿，如图 6–19 所示。

第 19 步：拔下 2 槽槽楔儿，将 $F_{2-2}$ 右边包上绝缘纸下在第 2 槽中，安插入槽楔儿，如图 6–19 所示。

第 20 步：将 $F_{2-2}$ 左边包上绝缘纸下在第 12 空槽中，如图 6–19 所示。

(6) 整形、接线

参照第十二章第一节进行整形，在 $A_1$、$F_1$ 与 $A_2$、$F_2$ 两端之间垫上相间绝缘纸，整出的形状要求与原电动机绕组一致。整好形后用万用表 R×10 档测 $A_{1头}$(3 槽引出线)与 $A_{1尾}$(8 槽引出线)的两根头，表针向“0Ω”方向摆动，证明绕组良好；如表针不动，证明 $A_1$ 中某把线有断线处，查找原因，排除故障。用同样方法测量 $A_2$ 极相组是否良好，证明 $A_2$ 良好后，用万用表 R×K 或 R×10 的高阻档，测 $A_{1头}$(3 槽引出线)与机壳之间的电阻，表针微动或不动，证明 $A_1$ 与机壳之间绝缘良好；如表针向阻值小的一端摆动，证明 $A_1$ 与外壳有短路的地方，一般是槽口端部绝缘纸破坏或绝缘纸没有垫好，使导线与外壳造成短路。查出原因，重新垫好绝缘纸再测量，达到绝缘标准为准。再用同样的方法测量 $A_2$ 与

机壳绝缘电阻，达到绝缘良好为止。

$A_{1尾}$(8 槽引出线)套上套管与 $A_{2尾}$(16 槽引出线)相接，要用锡焊牢，$A_{1头}$(3 槽引出线)、$A_{2头}$(11 槽引出线)分别焊接在软线上并分别套上粗套套管引出接电源。如发现反转或需要反转，将 $A_{1头}$与 $A_{2头}$相连接，将 $A_{1尾}$和 $A_{2尾}$分别接在软线上引出接电源。

(7) 浸漆、烘干、试车。

详见十二章第二、三、四节内容。

(8) 实际应用

多用于 60W 以下的鼓风机中。

2. 起动线圈 4、10、5、11、12、2、13、3 槽绕组展开分解图

图 6–20 与图 6–1 相比较，运转绕组是一样的，所以下线步骤与方法也一样，下线方法参照本章第一节 1 的下线方法。图 6–20 所示的起动线圈下线方法与图 6–1 所示的起动线圈下线方法一样，只是所占据的槽数不一样，图 6–1 第一个起动线圈占据 3、9、4、10 槽，图 6–20 所示的第一个起动线圈占据 4、10、5、11 槽，很相似，其下线方法参照图 6–1 的 13 步至 16 步。图 6–1 的第二个起动线圈占据 11、1、12、2 槽，图 6–20 的第二个起动线圈占据 12、2、13、3 槽，很相似，其下线方法参照图 6–1 的第 17 步至第 20 步。

图 2–9 这种形式的绕组广泛应用于 40W 至 60W 鼓风机中。根据设计，同功率不同厂家的产品其起动线圈直径、长度和运转绕组导线直径、每个线把的匝数不一样，在更换绕组前必须留下原始数据，运转绕组、起动线圈必须按原始数据更换。

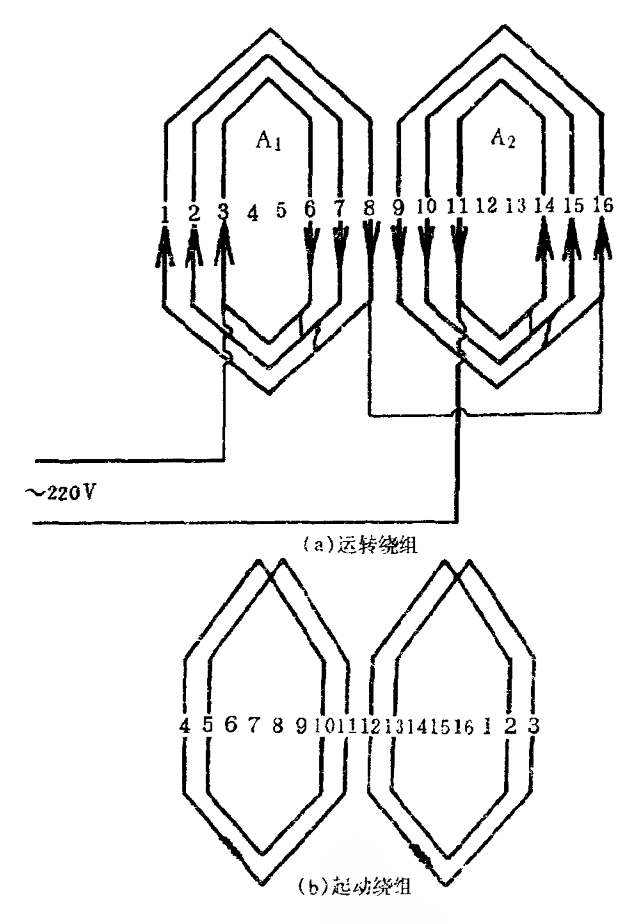


图 6–20 罩极电动机 2 极 16 槽同心式绕组展开分解图

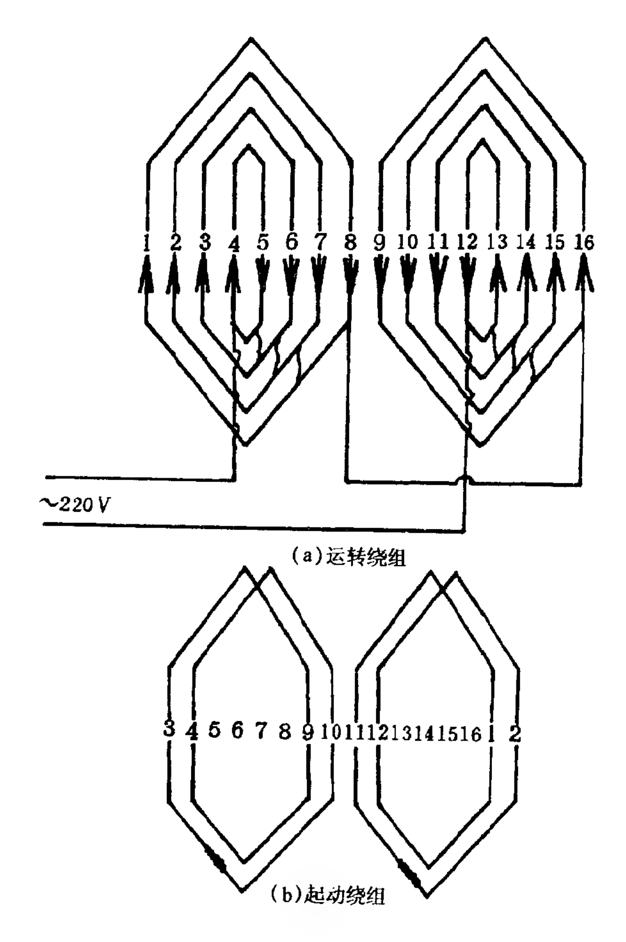



图 6-21 罩极电动机 2 极 16 槽同心式绕组展开分解图

### 二、2 极 16 槽节距 1−2、1−4、1−6、1−8 同心式绕组展开分解图

图 6−21 与图 6−1 相比较，图 6−1 运转绕组每个极相组由 3 个线把组成，图 6−21 的运转绕组每个极相组由彼此同心的 4 个线把组成，图 6−21 比图 6−1 运转绕组每个极相组多 1 个线把，图 6−1 空 4、5、12、13 槽，图 6−21 不空槽，在下线接线时两种电动机下线方法很相似，在下线时参照第一节中的第 1 步至第 16 步。如图 6−21 所示的起动线圈与如图 6−1 所示的起动线圈一样，下线方法参照第一节中的第 17 步至第 20 步。

## 第二节　单相罩极电动机 2 极 18 槽同心式绕组展开分解图

### 一、起动线圈是两组的绕组展开分解图

图 6−22(a)与图 6−1(a)相比较可以看出，图 6−22(a)比图 6−1(a)多 2 个槽，每个极相组多 1 把线，整个绕组多 2 把线，接线方法是一样的，下线时参照本章第一节的下线方法，按照图 6−22(a)将每把线的边下在所对应的槽中。

图 6−22(b)起动线圈与图 6−1(b)起动线圈比较，图 6−1(b) 两组起动线圈相邻边不空槽，图 6−22(b)两组起动线圈分别空 1 个槽，即 8 槽和 17 槽，下线时注意，按图 6−22(b)将每组起动线圈的边下在所对应的槽中。

接线参照本章第一节。整形、浸漆、烘干、试车参照十二章第二、三、四节内容。

图 6−23 起动圈是 4 组，其下线、接线、整形等均参照

第1节，以后类似情况不再重复。

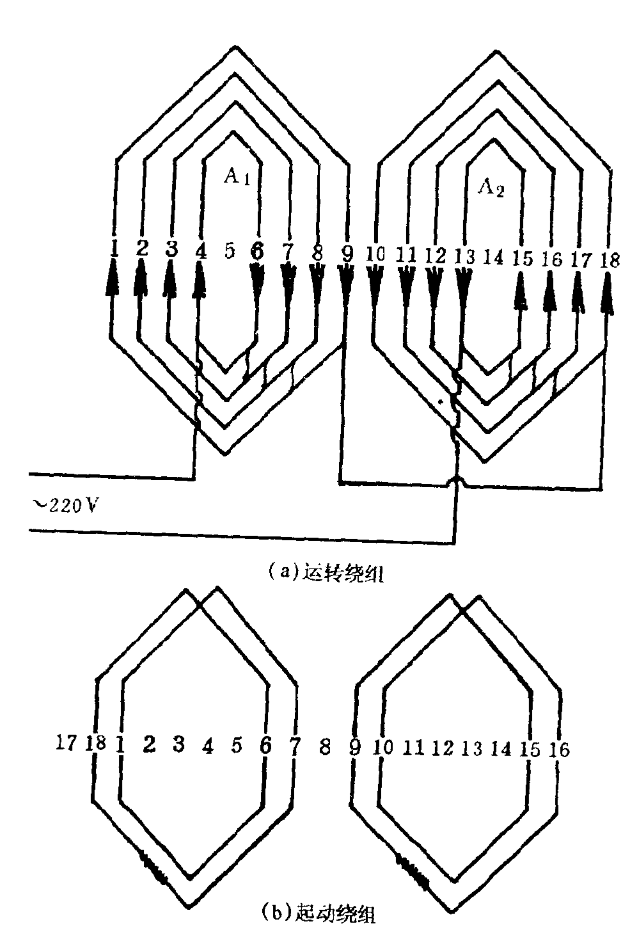
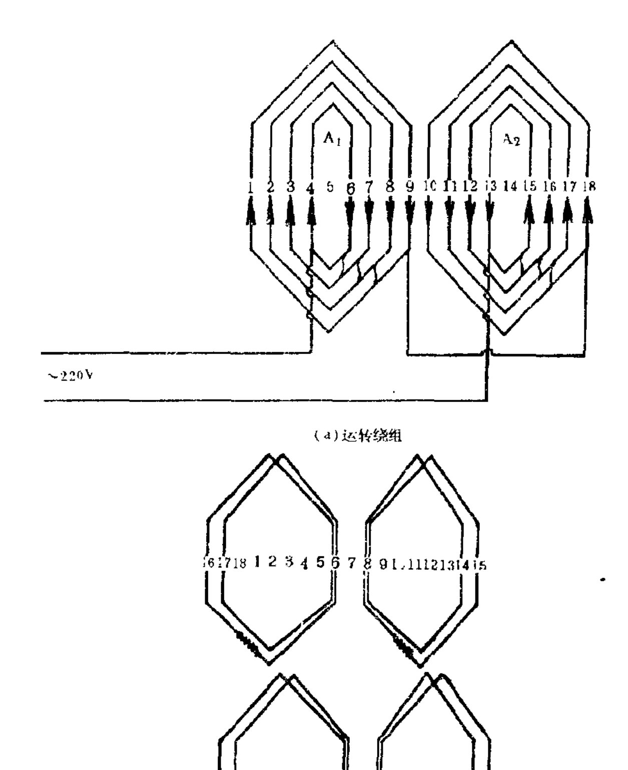



图6-22 单相罩极电动机2极18槽同心式绕组展开分解图

## 二、 起动线圈是四组的绕组展开分解图




(a)运转绕组

(b)起动绕组

图 6–23 罩极电动机 2 极 18 槽同心式绕组展开分解图

## 第三节 单相罩极电动机 2 极 24 槽同心式绕组展开分解图

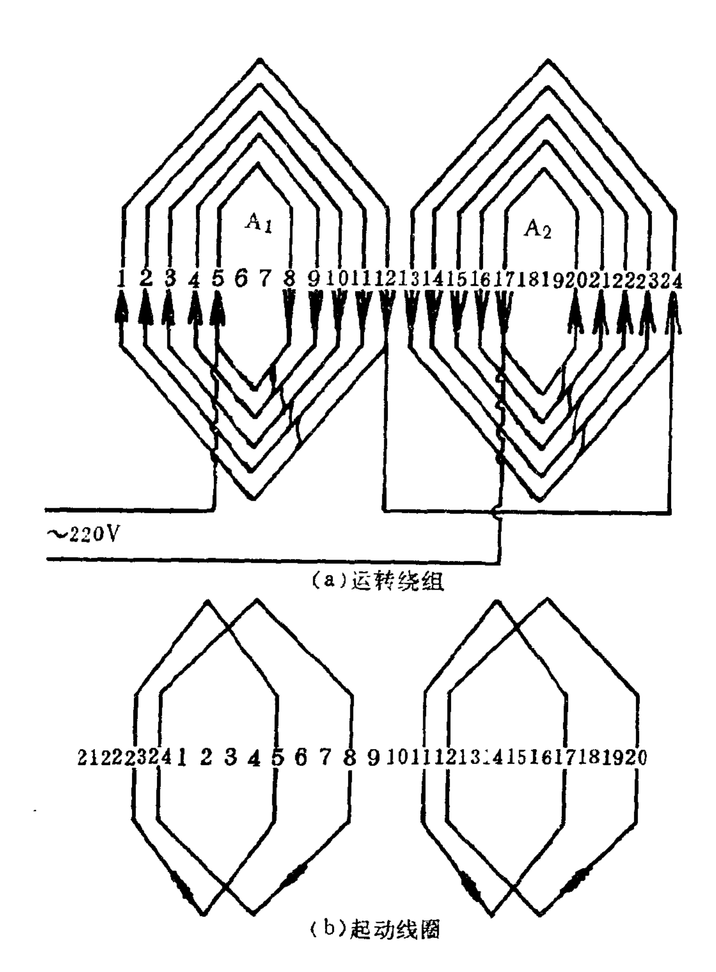



图 6-24 单相电动机 2 极 24 槽同心式绕组展开分解图

# 第七章　电容器起动单相电动机绕组展开分解图及下线方法

本章主要介绍2极24槽、4极24槽、4极36槽不同起动、运转绕组线把数、不同线把节距的6种绕组展开分解图、下绕方法及37个不同型号电动机的技术参数。

第七章与第六章相比较，运转绕组相似，下线接线方法相同，区别是将第六章起动线圈换成了第七章所示的起动绕组，作用都是起到起动作用。本章所示绕组展开分解图中的起动绕组电路中都有离心开关和电容器，如图7-1所示。当电动机接通电源后一路电流通入运转绕组，一路经分相的电流通过起动绕组，在定子内形成旋转磁场，转子笼条切割磁力线，产生的感生电流与旋转磁场相互作用使转子旋转。电容器的作用是控制流入起动绕组电流的大小，从而控制起动磁场的强弱。离心开关的作用，是当电动机起动后，转子接近正常转速，靠本身离心力的作用切断起动电路的电源，转子靠惯性作用旋过运转绕组所形成磁场死角，使转子继续旋转。当电容器失效或容量变小，电动机接通电源后起动绕组内通过的电流达不到设计要求时，就产生不了按设计要求的起动磁场强度，电动机不能起动。发现了这种现象，要确定是否起动电路出了故障，具体方法是：将电动机接通电源，电动机发出轻微的"嗡嗡声"，用手使劲旋转转子轴，转子轴能正常旋转电动机有足够的输出功率（很有劲），证明起动电路出了故障，要详细检查电容器（可用同型号好电容代替试验）、离心开关、起动绕组等。有的将离心开关改为按钮开关，在接通电源后，应迅速按下起动按钮，待电动机

起动转速接近正常转速，要迅速放开按钮．按的时间长了容易烧坏起动绕组。

第七章只详细介绍图 7-1 和图 7-3 所示电动机绕组的下线方法，其它图所示电动机绕组的下线、接线方法请按已介绍的下线、接线方法进行，这里不一一重复介绍。

## 第一节 电容起动 2 极 24 槽单相电动机同心式绕组展开分解图及下线方法

### 一、运转绕组节距 1-2、1-4、1-6、1-8、1-10、1-12；起动绕组节距是 1-6、1-8、1-10、1-12 绕组展开分解图及下线方法

从图 7-1 可以看出，在起动绕组电路中串接着电容器、离心开关，起动方式构成了电容起动。运转绕组由 2 个极相组组成（所以该电动机是 2 极），每个极相组由彼此同心的 6 把线组成，其节距为 1-2、1-4、1-6、1-8、1-10、1-12；起动绕组由 2 个极相组组成，每个极相组分别由彼此同心的 4 把线组成，其节距分别是 1-6、1-8、1-10、1-12。绕制线把时，按原绕组导线直径、每把线的匝数、每把线周长、每个极相组线把数．分别绕出运转绕组 2 个极相组和起动绕组的 2 个极相组（初学下线者可用细铁丝或废铜丝代替导线），按原电动机绝缘纸的型号、尺寸数裁好．备好制做槽楔儿材料及下线工具，准备下线。

1. 下线方法

第 1 步：将定子放在工作台上，出线孔的一端对着修理者，随便定某一个槽为第 1 槽、做上记号。从第 1 槽开始逆

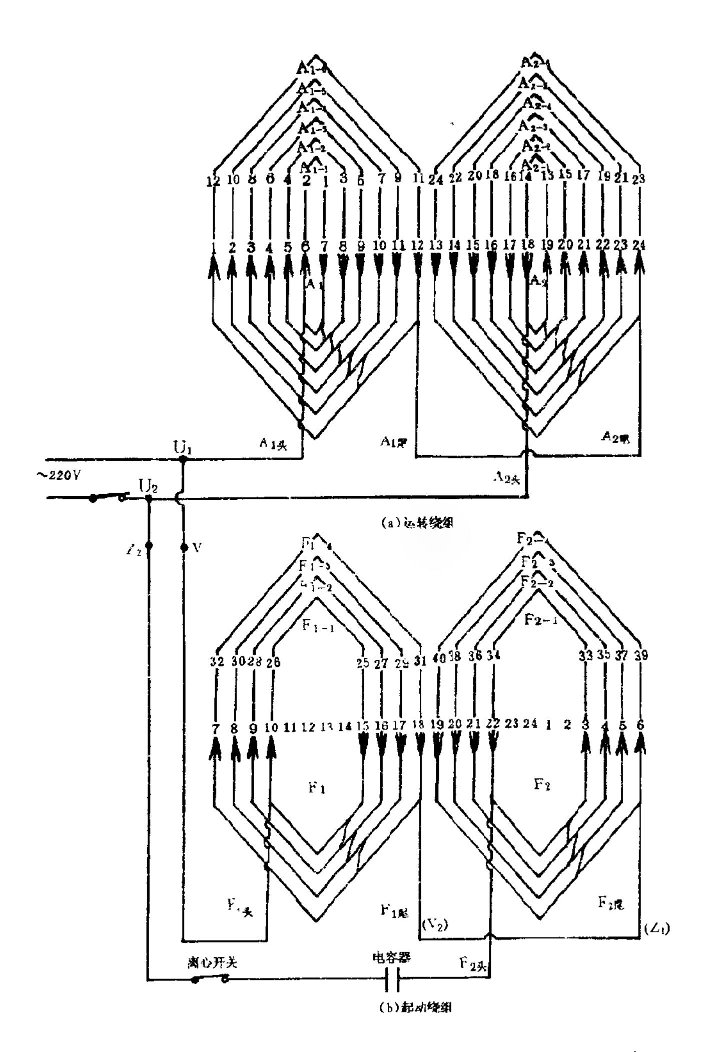



图 7−1 电容起动 2 极 24 槽单相电动机绕组展开分解图

时针数到第7槽，将槽绝缘纸垫在第7槽中。将图7-1摆放在定子旁，下线时按线把上端所标下线顺序数字进行下线，拿起 $A_{1-1}$，注意 $A_{1头}$在线把的左边，$A_{1-1}$ 与 $A_{1-2}$ 的连接线在 $A_{1-1}$ 右边，参照第六章第一节的下线方法，将 $A_{1-1}$ 右边下在第7槽中，将层间绝缘纸从槽口一端插进7槽中，包好7槽下半边的导线，敞着槽口。待本槽上半边导线下入槽中，再安插槽楔儿封槽口。

第2步：将 $A_{1-1}$ 左边下在第6槽中，$A_{1头}$从6槽中引出，垫层间绝缘纸，敞着槽口。

第3步：将 $A_{1-2}$ 右边下在第8槽中，检查 $A_{1-2}$ 与 $A_{1-3}$ 的连接线从8槽中引出，为 $A_{1-2}$ 右边下线正确，安放层间绝缘纸，敞着槽口。

第4步：将 $A_{1-2}$ 左边下在第5槽中，安放层间绝缘纸，敞着槽口。

第5步：将 $A_{1-3}$ 右边下在第9槽中，检查 $A_{1-3}$ 与 $A_{1-4}$ 的连接线从9槽中引出，为 $A_{1-3}$ 右边下线正确，安放层间绝缘纸，敞着槽口。

第6步：将 $A_{1-3}$ 左边下在第4槽中，安放层间绝缘纸，敞着槽口。

第7步：将 $A_{1-4}$ 右边下在10槽中，检查 $A_{1-4}$ 与 $A_{1-5}$ 的连接线下在第10槽、为 $A_{1-4}$ 右边下线正确，安放层间绝缘纸，敞着槽口。

第8步：将 $A_{1-4}$ 左边下在第3槽中，安放层间绝缘纸，敞着槽口。

第9步：将 $A_{1-5}$ 右边下在第11槽中，检查 $A_{1-5}$ 与 $A_{1-6}$ 连接线下在第11槽，为 $A_{1-5}$ 右边下线正确。按第五章关于槽楔儿制做、安放所述，制做与原电动机相似的槽楔儿，将

槽楔儿安插入 11 槽中。

第 10 步：将 $A_{1-5}$ 左边下在第 2 槽中，安插入槽楔儿。

第 11 步：将 $A_{1-6}$ 右边下在第 12 槽中，检查 $A_{1尾}$从 12 槽中引出，为 $A_{1-6}$ 右边下线正确，将槽楔儿安插入第 12 槽中。

第 12 步：将 $A_{1-6}$ 左边下在第 1 槽中，安插入槽楔儿。$A_1$ 下完后检查 $A_{1头}$从第 6 槽中引出，$A_{1尾}$从第 12 槽中引出，每把线节距及线把之间连接线与图 7-1(a)相符，为 $A_1$ 下线正确。

第 13 步：拿起 $A_2$ 的小把线 $A_{2-1}$，将 $A_{2-1}$ 右边下在第 19 槽中。检查 $A_{2-1}$ 与 $A_{2-2}$ 的连接下在第 19 槽，为 $A_{2-1}$ 右边下线正确，安放层间绝缘纸，敞着槽口。

第 14 步：将 $A_{2-1}$ 左边下在第 18 槽中，检查 $A_{2头}$从 18 槽中引出，为 $A_{2-1}$ 下线正确，安放层间绝缘纸，敞着槽口。

第 15 步：将 $A_{2-2}$ 右边下在第 20 槽中，检查 $A_{2-2}$ 与 $A_{2-3}$ 的连接线下在第 20 槽，为 $A_{2-2}$ 右边下线正确，安放层间绝缘纸，敞着槽口。

第 16 步：将 $A_{2-2}$ 左边下在第 17 槽中，安放层间绝缘纸，敞着槽口。

第 17 步：将 $A_{2-3}$ 右边下在第 21 槽中，检查 $A_{2-3}$ 与 $A_{2-4}$ 的连接线下在第 21 槽中，为 $A_{2-3}$ 右边下线正确。安插层间绝缘纸，敞着槽口。

第 18 步：将 $A_{2-3}$ 左边下在第 16 槽中，安放层间绝缘纸。敞着槽口。

第 19 步：将 $A_{2-4}$ 右边下在第 22 槽中，检查 $A_{2-4}$ 与 $A_{2-5}$ 的连接线从 22 槽中引出，为 $A_{2-4}$ 右边下线正确，垫层间绝

缘纸，敞着槽口。

第 20 步：将 $A_{2-4}$ 左边下在第 15 槽中。垫层间绝缘，敞着槽口。

第 21 步：将 $A_{2-5}$ 右边下在第 23 槽中，检查 $A_{2-5}$ 与 $A_{2-6}$ 的连接线下在第 23 槽，为 $A_{2-5}$ 右边下线正确．安插入槽楔儿。

第 22 步：将 $A_{2-5}$ 左边下在第 14 槽中，安插入槽楔儿。

第 23 步：将 $A_{2-6}$ 右边下在第 24 槽中，检查 $A_{2尾}$从 24 槽中引出，为 $A_{2-6}$ 右边下线正确，安插入槽楔儿。

第 24 步：将 $A_{2-6}$ 左边下在第 13 槽中，安插入槽楔儿。$A_2$ 下完后，检查 $A_{2头}$从 18 槽中引出，$A_{2尾}$从第 24 槽中引出，每把线节距及线把之间的连接线与图 7（a)–1 相符，为 $A_2$ 下线正确。

第 25 步：将 $F_{1-1}$ 右边下在第 15 槽中，检查 $F_{1-1}$ 与 $F_{1-2}$ 连接线下在 15 槽中，为 $F_{1-1}$ 右边下线正确，安插入槽楔儿。

第 26 步：将 $F_{1-1}$ 左边下在第 10 槽中，检查 $F_{1头}$ 下在 10 槽中，为 $F_{1-1}$ 左边下线正确，安插入槽楔儿。

第 27 步：将 $F_{1-2}$ 右边下在第 16 槽中，检查 $F_{1-2}$ 与 $F_{1-3}$ 的连接线下在第 16 槽中，为 $F_{1-2}$ 右边下线正确，安插入槽楔儿。

第 28 步：将 $F_{1-2}$ 左边下在第 9 槽中，安插入槽楔儿。

第 29 步：将 $F_{1-3}$ 右边下在第 17 槽中，检查 $F_{1-3}$ 与 $F_{1-4}$ 的连接线下在第 17 槽中，为 $F_{1-3}$ 右边下线正确，安插入槽楔儿。

第 30 步：将 $F_{1-3}$ 左边下线在第 8 槽中，安插入槽楔

儿。

第 31 步：将 $F_{1-4}$ 右边下在第 18 槽中，检查 $F_{1尾}$从 18 槽中引出，为 $F_{1-4}$ 右边下线正确，安插入槽楔儿。

第 32 步：将 $F_{1-4}$ 左边下在第 7 槽中，安插入槽楔儿。将 $F_1$ 下完后检查，$F_{1头}$从 10 槽中引出，$F_{1尾}$从 18 槽中引出，每把线节距及线把之间的连接线与图 7−1(b)相符，为 $F_1$ 下线正确。

第 33 步：拿起 $F_2$，将 $F_{2-1}$ 右边下在第 3 槽中，检查 $F_{2-1}$ 与 $F_{2-2}$ 连接线下在第 3 槽，为 $F_{2-1}$ 右边下线正确，安插入槽楔儿。

第 34 步：将 $F_{2-1}$ 左边下在第 22 槽中，检查 $F_{2头}$从 22 槽中引出，为 $F_{2-1}$ 左边下线正确，安插入槽楔儿。

第 35 步：将 $F_{2-2}$ 右边下在第 4 槽中，检查 $F_{2-2}$ 与 $F_{2-3}$ 的连接线下在第 4 槽中，为 $F_{2-2}$ 右边下线正确，安插入槽楔儿。

第 36 步：将 $F_{2-2}$ 左边下在第 21 槽中，安插入槽楔儿。

第 37 步：将 $F_{2\ 2}$ 右边下在第 5 槽中，检查 $F_{2-3}$ 与 $F_{2-4}$ 的连接线下在第 5 槽中，为 $F_{2-3}$ 右边下线正确，安插入槽楔儿。

第 38 步：将 $F_{2-3}$ 左边下在第 20 槽中，安插入槽楔儿。

第 39 步：将 $F_{2-4}$ 右边下在第 6 槽中，检查 $F_{2尾}$从 6 槽中引出，为 $F_{2-4}$ 右边下线正确，安插入槽楔儿。

第 40 步：将 $F_{2-4}$ 左边下在第 19 槽中，安插入槽楔儿。$F_2$ 下完，检查 $F_{2头}$从 22 槽中引出，$F_{2尾}$从 6 槽中引出，每把线节距及线把之间的连接线与图 7−1(b)相符，为 $F_2$

下线正确。

2. 整形、测试

定子绕组下完线后，$A_1$、$F_1$ 与 $A_2$、$F_2$ 两端之间垫上相间绝缘纸，参照十二章第一、二节内容按原定子绕组的形状进行整形。

用万用表低阻挡（R×1 档、R×10 档）分别测量 $A_{1头}$ 与 $A_{1尾}$、$A_{2头}$与 $A_{2尾}$，$F_{1头}$与 $F_{1尾}$、$F_{2头}$与 $F_{2尾}$的电阻，表针向阻值小的一端摆动，运转绕组两个极相组的阻值一样，起动绕组两个极相组的阻值一样，为每个极相组良好。如测某极相组表针不动，证明该极相组的某把线有断线的地方，要细心查找。一般是因划线用力过大或槽口绝缘纸没垫好硌断导线，找出断线后要按图所示焊接牢，套上套管。测量某个极相组时如阻值明显比同绕组中的另一个极相组阻值小或阻值接近零，证明该极相组有短路处，多发生槽口处绝缘纸破裂或没垫好，多根导线与外壳短路，要查找原因排除故障。经测量证明四个极相组正常后，再测每个极相组与定子外壳的绝缘电阻，方法是用万用表的高阻档（R×1K 档或 R×10K 档）一只表笔接定子铁芯，另一只表笔分别按触 $A_1$、$A_2$、$F_1$、$F_2$ 的头或尾(注意手不能挨着表笔的金属部位，不然测量就不准确了），若表针不动或微动，证明该极相组与外壳绝缘良好。在测量某个极相组时，如发现表针向零方向摆动，证明该极相组有短路的地方，多发生在槽口处绝缘破裂或没有垫好，造成导线与铁芯短路，要查出原因排除故障。如发现测量某个极相组时表针向阻值小的一端摆动，但指针没到零的位置，证明该极相组某处绝缘不良，多发生绝缘纸没垫好或绝缘纸潮湿，要重垫或烘干排除故障，使整个绕组与外壳达到绝缘要求。再将绕组两端整出原电动机绕组

的形状。经测试证明，运转绕组、起动绕组的四个极相组良好，就可以接线。

3．接线

(1) 参照第五章第七节“线头的连接”有关内容，$A_{1尾}$(12 槽引出线)套上套管与 $A_{2尾}$(24 槽引出线)连接焊牢，将套管套在接头上，安在绕组外面铁芯旁。

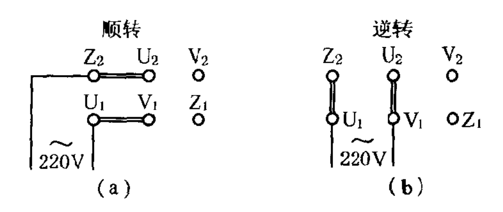
(2) 用同样的方法将 $F_{1尾}$(18 槽引出线)套上套管与 $F_{2尾}$(6 槽引出线)焊牢，套上套管，安在绕组旁。

(3) 将 $A_{1头}$(6 槽引出线)套上细套管与 $F_{1头}$(10 槽引出线)套上细套管相并联，焊接在多股软线上，在接头上再套上粗套管，引出接电源。

(4) 在检查电容器良好后，将 $F_{2头}$(22 槽引出线)焊接在软线上，套上套管引出接在电容器一端。

(5) 在检查离心开关良好后，将一端引出线接在 $A_{2头}$(18 槽引出线)上，在接头处焊接上软线，套上粗套管引出接电源。离心开关和电容器的原连接线不动，接线时不必重新接线。离心开关和电容器串接在 $F_{1尾}$与 $F_{2尾}$之间和串接在 $F_{1头}$与电源线之间，与图 7－1(b)所示的作用是一样的。

下图是实际单相电动机接线柱旁所标的接线图。电动机顺转时，按(a)接线；电动机需逆转时按(b)所示接线。




单相电动机接线图

线接好后检查一遍是否与图 7-1 所示相符，出现差错及时改接，检查没有问题后用万用表高阻档测定子绕组接电源的某根线与外壳的绝缘电阻（某一根线都与 4 个极相组相连），经测试整个绕组绝缘良好，再整一次形，就可浸漆。

4. 浸漆、烘干、试车详见第十二章第二、三、四节内容

小功率电动机运转绕组与起动绕组导线直径一样，功率较大的电动机运转绕组与起绕组导线直径不同，修理时要严格选用与原电动机运转、起动绕组导线直径相符的导线，所有的电动机都有运转绕组在外，起动绕组在内的规律，在检查时容易发现故障所在处，另外起动、运转绕组的每把线匝数不同，在记录数据时，要将运转绕组每个极相组的每把线和起动绕组每把线匝数记录清楚。

图 7-1 所示的绕组展开分解图实际应用于表 7-1 所示的 5 种型号单相电动机中。这 5 种单相电动机技术数据如表 7-1 所示，修理时供参考。

## 二、运转、起动绕组节距分别是 1-4、1-6、1-8、1-10、1-12 绕组展开分解图

图 7-2 与图 7-1 相比较，图 7-2 运转绕组的每个极相组比图 7-1 运转绕组的每个极相组少 1 小把线；图 7-2 起动绕组的每个极相组，比图 7-1 起动绕组的每个极相组多 1 小把线，两个图很相似，在下线方法、整形、测试、接线等参照本章第一节的内容。浸漆、烘干、试车详见十二章。

如图 7-2 所示的绕组展开分解图实际应用于表 7-2 中的 10 种型号单相电动机中，这 10 种电动机技术数据如表 7-1 所示，修理时供参考。

## 表 7-1　2 极 24 槽单相电动机铁芯、绕组技术参数

| 型号 | 功率 (W) | 电流 (A) | 额定转速 r/min | 定子铁芯 外径 (mm) | 定子铁芯 内径 (mm) | 定子铁芯 长度 (mm) | 定子铁芯 槽数 | 运转绕组 从小线把开始第一线把匝数 | 运转绕组 第二线把匝数 | 运转绕组 第三线把匝数 | 运转绕组 第四线把匝数 | 运转绕组 第五线把匝数 | 运转绕组 第六线把匝数 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $CO_{2}7112$ | 180 | 1.89 | 2800 | 110 | 58 | 50 | 24 | 10 | 29 | 47 | 61 | 73 | 77 |
| $CO_{2}7122$ | 250 | 2.40 | | 110 | 58 | 62 | | 8 | 23 | 37 | 47 | 58 | 62 |
| $CO_{2}8012$ | 370 | 3.36 | | 128 | 67 | 58 | | 7 | 20 | 33 | 43 | 50 | 53 |
| $CO_{2}8022$ | 550 | 4.65 | | 128 | 67 | 75 | | 5 | 16 | 25 | 33 | 39 | 41 |
| $CO_{2}9012$ | 750 | 5.94 | | 145 | 67 | 70 | | 5 | 14 | 23 | 31 | 30 | 38 |

| 运转绕组 每极相组匝数 | 运转绕组 导线直径 (mm) | 运转绕组 导线重量 (kg) | 起动绕组 从小线把开始第一线把匝数 | 起动绕组 第二线把匝数 | 起动绕组 第三线把匝数 | 起动绕组 第四线把匝数 | 起动绕组 每极相组匝数 | 起动绕组 导线直径 (mm) | 起动绕组 导线重量 (kg) | 电容器容量 (μF) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 297 | 0.38 | | 45 | 59 | 69 | 74 | 247 | 0.38 | | 75 |
| 235 | 0.47 | | 35 | 53 | 57 | 61 | 206 | 0.47 | | 75 |
| 206 | 0.53 | | 38 | 49 | 57 | 62 | 206 | 0.53 | | 100 |
| 159 | 0.56 | | 28 | 37 | 43 | 46 | 154 | 0.56 | | 150 |
| 141 | 0.63 | | 24 | 32 | 31 | 40 | 127 | 0.63 | | 200 |

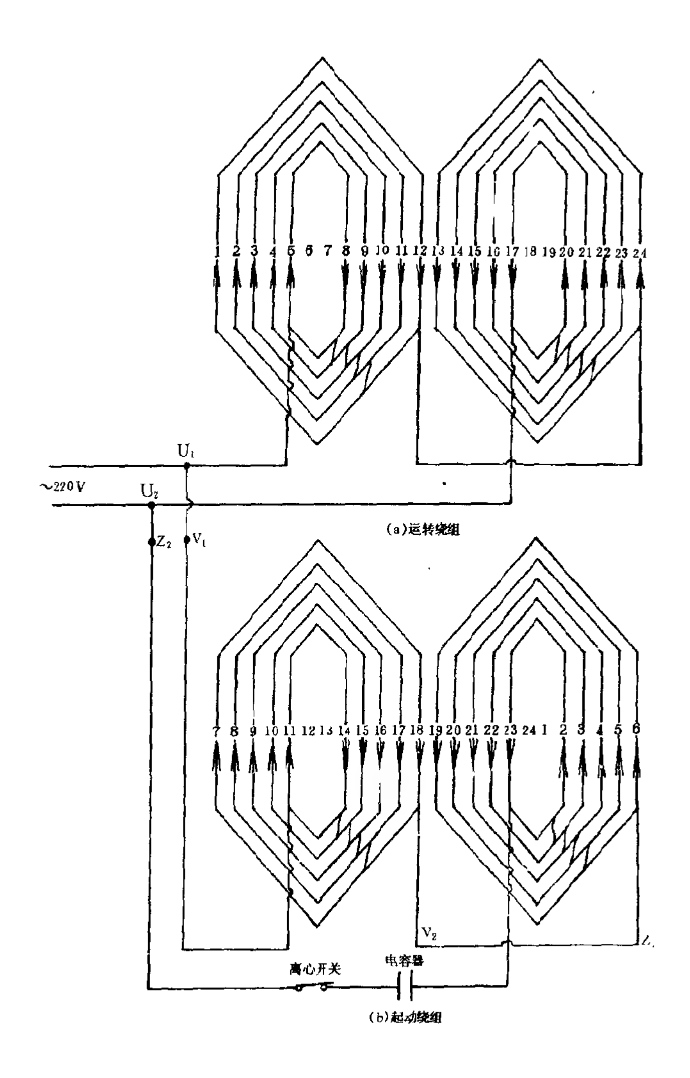



图 7-2　电容起动 2 极 24 槽单相电动机绕组展开分解图

# 表 7-2 2 极 24 槽单相电动机铁芯、绕组技术参数

| 型号 | 功率 (W) | 电流 (A) | 额定转速 (r/min) | 定子铁芯 外径 (mm) | 定子铁芯 内径 (mm) | 定子铁芯 长度 (mm) | 槽数 | 运转绕组 第一线把匝数(从小线把开始) | 运转绕组 第二线把匝数 | 运转绕组 第三线把匝数 | 运转绕组 第四线把匝数 | 运转绕组 第五线把匝数 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| JY1B-2 | 400 | 3.40 | 2900 | 145 | 75 | 48 | 24 | 24 | 38 | 50 | 58 | 62 |
| JY09A-2 | 2500 | 2.40 | | 120 | 60 | 56 | | 24 | 42 | 52 | 62 | 68 |
| JY09B-2 | 80 | 1.81 | | 120 | 60 | 48 | | 30 | 50 | 64 | 76 | 82 |
| JY7132 | 550 | 5.00 | | 120 | 60 | 80 | | 16 | 25 | 33 | 38 | 41 |
| JY7112 | 250 | 2.50 | | 120 | 60 | 48 | | 27 | 43 | 56 | 655 | 70 |
| C06322 | 180 | 1.95 | | 102 | 52 | 52 | | 31 | 50 | 64 | 75 | 81 |
| C06322 | 250 | 2.50 | | 102 | 52 | 68 | | 24 | 38 | 50 | 58 | 62 |
| C07102 | 250 | 12.5 | | 120 | 62 | 48 | | 27 | 43 | 56 | 65 | 70 |
| C07112 | 370 | 3.50 | | 120 | 62 | 62 | | 22 | 35 | 45 | 53 | 57 |
| C07122 | 550 | 4.84 | | 120 | 62 | 80 | | 16 | 25 | 33 | 38 | 41 |
| C08012 | 750 | 7.00 | | 138 | 71.6 | 70 | | 15 | 25 | 32 | 37 | 40 |

| 运转绕组 每极相组匝数 | 运转绕组 导线直径 (mm) | 运转绕组 导线重量 (kg) | 起动绕组 第一线把匝数(从小线把开始) | 起动绕组 第二线把匝数 | 起动绕组 第三线把匝数 | 起动绕组 第四线把匝数 | 起动绕组 第五线把匝数 | 起动绕组 每极相组匝数 | 起动绕组 导线直径 (mm) | 起动绕组 导线重量 (kg) | 电容器容量 (μF) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 232 | 0.53 | [illegible] | 19 | [illegible] | 40 | 46 | 50 | 186 | 0.90 | 0.72 | 200 |
| [illegible] | 0.59 | 0.50 | 19 | 31 | 40 | 46 | 50 | 186 | 0.69 | 0.40 | 150 |
| 502 | 0.68 | 0.63 | 19 | 28 | 39 | 45 | 48 | 179 | 0.64 | 0.31 | 150 |
| 153 | 0.86 | | 19 | 30 | 40 | 46 | 50 | 185 | 0.53 | | 100 |
| 261 | 0.62 | | 20 | 31 | 41 | 48 | 51 | 191 | 0.47 | | 100 |
| 301 | 0.57 | | 28 | 45 | 58 | 68 | 74 | 273 | 0.41 | | 75 |
| 232 | 0.62 | | 20 | 33 | 43 | 50 | 54 | 200 | 0.44 | | 100 |
| 261 | 0.62 | | 20 | 32 | 40 | 48 | 51 | 191 | 0.47 | | 100 |
| 212 | 0.72 | | 19 | 30 | 39 | 45 | 49 | 182 | 0.49 | | 100 |
| 153 | 0.86 | | 19 | 30 | 40 | 46 | 50 | 185 | 0.53 | | 150 |
| 149 | 1.00 | | 19 | 30 | 40 | 46 | 50 | 185 | 0.55 | | 150 |

# 第二节　4 极 24 槽电容起动单相电动机同心式绕组展开分解图及下线方法

## 一、运转绕组节距 1–3、1–5、1–7，起动绕组 1–5、1–7 绕组展开分解图及下线方法

从图 7–3 可以看出在起动绕组线路中串接着电容器和离心开关，起动方式为电容起动。运转绕组由 4 个极相组组成（所以该电动机是 4 极），每个极相组由彼此同心的 3 个线把组成，节距小线把是 1–3、中线把 1–5、大线把 1–7；起动绕组也由 4 个极相组组成，每个极相组由彼此同心的 2 个线把组成，节距小线是 1–5、大线把是 1–7。绕制线把时要参照第二章第七节内容，按原绕组导线直径、每个线把匝数、第个线把周长、每个极相组线把数，分别绕出运转绕组的 4 个极相组和起动绕组的 4 个极相组，按原绕组绝缘纸的型号尺寸、数量裁好，备好制做槽楔儿的材料及下线工具准备下线。

1. 下线方法

第 1 步：将定子放在工作台上，出线孔的一端对着修理者，随便定某个槽为第 1 槽。从第 1 槽开始逆时针数到第 5 槽，将绝缘纸垫在第 5 槽中，将图 7–3 摆放在定子旁，下线时按线把上端所标下线顺序数字参照第六章第一节的下线方法进行下线。拿起 $A_{1-1}$，注意 $A_{1头}$在线把左边，$A_{1-1}$ 与 $A_{1-2}$ 的连接线在线把右边，将 $A_{1-1}$ 右边下在第 5 槽中，检查 $A_{1-1}$ 与 $A_{1-2}$ 的连接线下在第 5 槽中，为 $A_{1-1}$ 右边下线正确。将层间绝缘纸从铁芯槽一端插进槽中，包好导线下半边，槽口敞着，待本槽上半边导线下入槽中，再安插槽楔

儿、封槽口。

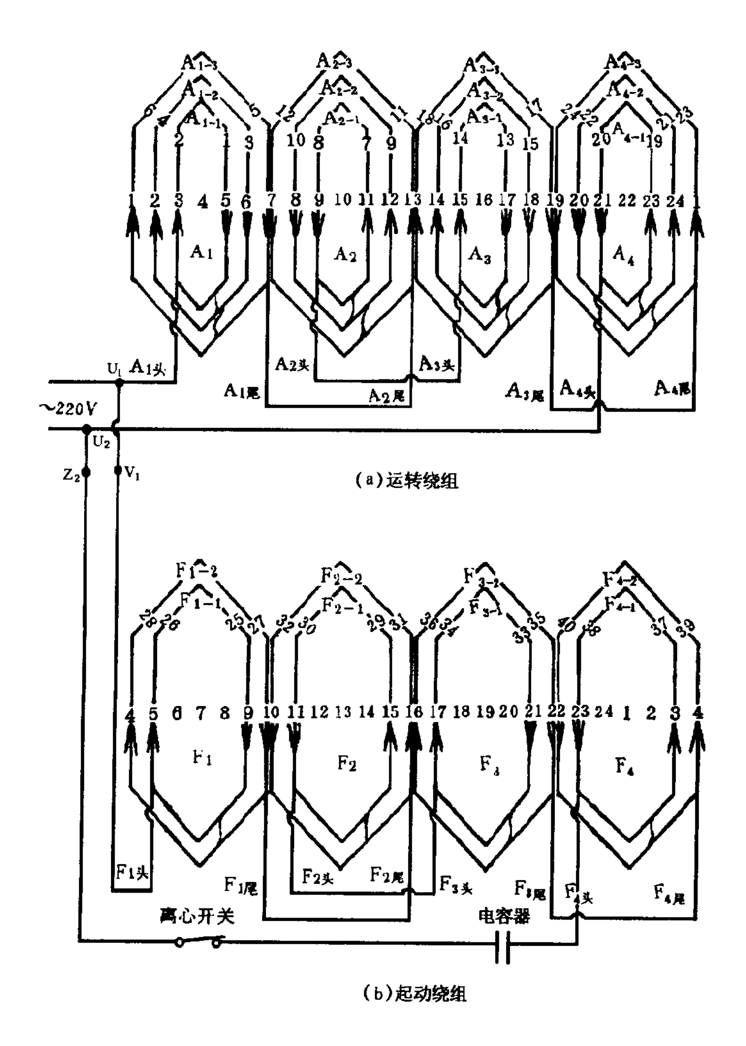



图 7-3 电容起动 4 极 24 槽单相电动机绕组展开分解图

第 2 步：将 $A_{1-1}$ 左边下在第 3 槽中，检查 $A_{1头}$从 3 槽中引出，为 $A_{1-1}$ 左边下线正确。垫层间绝缘纸，敞着槽口。

第 3 步：将 $A_{1-2}$ 右边下在第 6 槽中，检查 $A_{1-2}$ 与 $A_{1-3}$ 连接线下在 6 槽，为 $A_{1-2}$ 右边下线正确，将槽楔儿安插入 6 槽中。

第 4 步：将 $A_{1-2}$ 左边下在第 2 槽中，封槽口，安插入槽楔儿。

第 5 步：将 $A_{1-3}$ 右边下在第 7 槽中，检查 $A_{1尾}$下在第 7 槽，为 $A_{1-3}$ 右边下线正确，垫层间绝缘纸，敞着槽口。

第 6 步：将 $A_{1-3}$ 左边不在第 1 槽中，封槽口，安插槽楔儿。$A_1$ 下完后检查，$A_{1头}$从 3 槽中引出，$A_{1尾}$从 7 槽中引出，$A_{1-3}$ 套着 $A_{1-2}$，$A_{1-2}$ 套着 $A_{1-1}$；每个线把节距与图 7−3 相符，$A_{1-1}$ 与 $A_{1-2}$ 的连接线，$A_{1-2}$ 与 $A_{1-3}$ 的连接线与 $A_{1头}$、$A_{1尾}$都在修理者一端，为 $A_1$ 下线正确。注意在以后每下完一个极相组都要进行这样的检查，发现下错线的地方及时改正，不再重复介绍。

第 7 步：拿起 $A_2$，将 $A_{2-1}$ 右边下在第 11 槽中，检查 $A_{2-1}$ 与 $A_{2-2}$ 连接线下在 11 槽中，为 $A_{2-1}$ 右边下线正确，垫层间绝缘纸，敞着槽口。

第 8 步：将 $A_{2-1}$ 左边下在第 9 槽中，垫层间绝缘纸，敞着槽口。

第 9 步：将 $A_{2-2}$ 右边下在第 12 槽中，检查 $A_{2-2}$ 与 $A_{2-3}$ 连接线下在第 12 槽中，为 $A_{2-2}$ 右边下线正确，安插入槽楔儿。

第 10 步：将 $A_{2-2}$ 左边下在第 8 槽中，安插入槽楔儿。

第 11 步：将 $A_{2-3}$ 右边下在第 13 槽中，检查 $A_{1尾}$下在

第 13 槽中，为 $A_{2-3}$ 右边下线正确，垫层间绝缘纸，敞着槽口。

第 12 步：将 $A_{2-3}$ 左边下在第 7 槽中，安插入槽楔儿。检查 $A_{2头}$从 9 槽中引出，$A_{2尾}$从 13 槽中引出为 $A_2$ 下线正确。

第 13 步：将拿起 $A_3$，将 $A_{3-1}$ 右边下在第 17 槽中，检查 $A_{3-1}$ 与 $A_{3-2}$ 的连接线下在第 17 槽中，为 $A_{3-1}$ 右边下线正确，垫层间绝缘纸，敞着槽口。

第 14 步：将 $A_{3-1}$ 左边下在第 15 槽中，垫层间绝缘纸，敞着槽口。

第 15 步：将 $A_{3-2}$ 右边下在第 18 槽中，检查 $A_{3-2}$ 与 $A_{3-3}$ 连接线下在 18 槽中，为 $A_{3-2}$ 右边下线正确，安插槽楔儿。

第 16 步：将 $A_{3-2}$ 左边下在第 14 槽中，安插槽楔儿。

第 17 步：将 $A_{3-3}$ 右边下在第 19 槽中，检查 $A_{3尾}$从 19 槽中引出，为 $A_{3-3}$ 右边下线正确。垫层间绝缘纸，敞着槽口。

第 18 步：将 $A_{3-3}$ 左边下在第 13 槽中，安插入槽楔儿。$A_3$ 下完后检查，$A_{3头}$从 15 槽中引出，$A_{3尾}$从 19 槽中引出，为 $A_3$ 下线正确。

第 19 步：拿起 $A_4$，将 $A_{4-1}$ 右边下在第 23 槽中，检查 $A_{4-1}$ 与 $A_{4-2}$ 连接线下在第 23 槽中，为 $A_{4-1}$ 右边下线正确。垫层间绝缘纸，敞着槽口。

第 20 步：将 $A_{4-1}$ 左边下在第 21 槽中，垫层间绝缘纸，敞着槽口。

第 21 步：将 $A_{4-2}$ 右边下在第 24 槽中，检查 $A_{4-2}$ 与 $A_{4-3}$ 连接线下在第 24 槽中，为 $A_{4-2}$ 右边下线正确，安插入槽楔儿。

第 22 步：将 $A_{4-2}$ 左边下在第 20 槽中，安插槽楔儿。

第 23 步：将 $A_{4-3}$ 右边下在第 1 槽中，检查 $A_{4尾}$从 1 槽中引出，为 $A_{4-3}$ 右边下线正确，安插入槽楔儿。

第 24 步：将 $A_{4-3}$ 左边下在第 19 槽中，安插入槽楔儿。$A_4$ 下完后，检查 $A_{4头}$从 21 槽中引出，$A_{4尾}$从 1 槽中引出，为 $A_4$ 下线正确。运转绕组的 4 个极相组期间，就开始下起动绕组的 4 个极相组。

第 25 步：拿起 $F_1$，将 $F_{1-1}$ 摆放正确，$F_{1头}$在左边，$F_{1-1}$ 与 $F_{1-2}$ 的连接线在 $F_{1-1}$ 的右边。将 $F_{1-1}$ 右边下在第 9 槽中，检查 $F_{1-1}$ 与 $F_{1-2}$ 的连接线下在第 9 槽中，证明 $F_{1-1}$ 右边下线正确，安插入槽楔儿。

第 26 步：将 $F_{1-1}$ 左边下在第 5 槽中，检查 $F_{1头}$从 5 槽中引出，为 $F_{1-1}$ 左边下线正确，安插入槽楔儿。

第 27 步：将 $F_{1-2}$ 右边下在第 10 槽中，检查 $F_{1尾}$从 10 槽中引出，为 $F_{1-2}$ 右边下线正确，垫层间绝缘纸，敞着槽口。

第 28 步：将 $F_{1-2}$ 左边下在第 4 槽中，垫层间绝缘纸，敞着槽口。$F_1$ 下完后检查，$F_{1头}$从 5 槽中引出，$F_{1尾}$从 10 槽中引出，为 $F_1$ 下线正确。

第 29 步：将 $F_{2-1}$ 右边下在第 15 槽中，检查 $F_{2-1}$ 与 $F_{2-2}$ 的连接线从 15 槽中引出，为 $F_{2-1}$ 右边下线正确，安插槽楔儿。

第 30 步：将 $F_{2-1}$ 左边下在第 11 槽中，检查 $F_{2头}$从 11 槽中引出，为 $F_{2-1}$ 左边下线正确，安插槽楔儿。

第 31 步：将 $F_{2-2}$ 右边下在第 16 槽中，检查 $F_{2头}$从 16 槽中引出，为 $F_{2-2}$ 右边下线正确，垫层间绝缘纸，敞着槽口。

第 32 步：将 $F_{2-2}$ 左边下在第 10 槽中，安插槽楔儿。$F_2$ 下完后检查，$F_{2头}$从 11 槽中引出，$F_{2尾}$从 16 槽中引出，为 $F_2$ 下线正确。

第 33 步：拿起 $F_3$，将 $F_{3-1}$ 右边下在第 21 槽中，检查 $F_{3-1}$ 与 $F_{3-2}$ 连接线从 21 槽中引出，为 $F_{3-1}$ 右边下线正确，安放槽楔儿。

第 34 步：将 $F_{3-1}$ 左边下在 17 槽中，检查 $F_{3头}$从 17 槽中引出，为 $F_{3-1}$ 左边下线正确，安插槽楔儿。

第 35 步：将 $F_{3-2}$ 右边下在第 22 槽中，检查 $F_{3尾}$从 22 槽中引出，为 $F_{3-2}$ 右边下线正确，垫层间绝缘纸，敞着槽口。

第 36 步：将 $F_{3-2}$ 左边下在第 16 槽中，安插槽楔儿，$F_3$ 下完后检查，$F_3$ 从 17 槽中引出，$F_{3尾}$从 22 槽中引出，为 $F_3$ 下线正确。

第 37 步：拿起 $F_4$，将 $F_{4-1}$ 右边下在第 3 槽中，检查 $F_{4-1}$ 与 $F_{4-2}$ 连接线从第 3 槽中引出，为 $F_{4-1}$ 右边下线正确，安插槽楔儿。

第 38 步：将 $F_{4-1}$ 左边下在第 23 槽中，检查 $F_{4头}$从 23 槽中引出，为 $F_{4-1}$ 左边下线正确，安插槽楔儿。

第 39 步：将 $F_{4-2}$ 右边下在第 4 槽中，检查 $F_{4尾}$从 4 槽中引出，为 $F_{4-2}$ 右边下线正确，安插槽楔儿。

第 40 步：将 $F_{4-2}$ 左边下在第 22 槽中，安插槽楔儿。$F_4$ 下完后检查，$F_{4头}$从 23 槽中引出，$F_{4尾}$从 4 槽中引出，为 $F_4$ 下线正确。

2. 整形、测试

定子绕组下完后，在运转绕组每个极相组与起动绕组的每个极相组之间垫上相间绝缘纸，参照第十二章第一节内容

按原定子绕组形状进行整形。

用万用表低阻档(R×10 档)分别测量 $A_{1头}$与 $A_{1尾}$、$A_{2头}$与 $A_{2尾}$、$A_{3头}$与 $A_{3尾}$、$A_{4头}$与 $A_{4尾}$，$F_{1头}$与 $F_{1尾}$、$F_{2头}$与 $F_{2尾}$、$F_{3头}$与 $F_{3尾}$、$F_{4头}$与 $F_{4尾}$的电阻，表针向阻值小的一端摆动证明该极相组导线没有断线。如果测量某个极相组发现表指不动，证明该极相组中某处有断线。要细心查出断线处，按图 5-17 所示将线头接实焊牢后套上套管，经测试 8 个极相组没有断线处，再测每个极相组与外壳的绝缘电阻。方法是用万用表高阻档（R×1K 或 R×10K 档）一只表笔接在定子外壳上，一只表笔分别测量每个极相组的头与尾（注意手不应与表笔金属部位相连接，以免影响测量精度）。测量时表针不动或微动一点，证明该极相组与外壳的绝缘电阻符合要求；如测量某个极相组时发现表针向零的方向摆动，证明极相组某处有短路的地方，多发生在槽口绝缘纸没垫好或破裂，或由导线铁芯相连接造成，要彻底排除故障（垫好绝缘纸或重新换绝缘纸）。经测试运转绕组 4 个极相组和起动绕组的 4 个极相组绝缘良好，就可以接线。

3. 接线

参照第五章第七节“线头的连接”内容，按以下 3 步接线。

（1）将运转绕组的 4 个极相组连接起来：如图 7-3(a)所示，将 $A_{1尾}$(7 槽引出线)套上套管与 $A_{2尾}$(13 槽引出线)相连接；$A_{2头}$(9 槽引出线)套上套管与 $A_{3头}$(15 槽引出线)相连接；$A_{3尾}$(19 槽引出线)套上套管与 $A_{4尾}$(1 槽引出线)相连接。

（2）将起动绕组的 4 个极相组连接起来：照图 7-3(b)所示，将 $F_{1尾}$(10 槽引出线)套上套管与 $F_{2尾}$(16 槽引出线)相

连接；$F_{2头}$(11 槽引出线)套上套管与 $F_{3头}$(17 槽引出线)相连接；$F_{3尾}$(22 槽引出线)套上套管与 $F_{4尾}$(4 槽引出线)相连接。

(3) 接电源线和起动电路线：将 $A_{1头}$(3 槽引出线)套上细套管与 $F_{1头}$(5 槽引出线)套上细套管相并联，焊接在多股软线上，再套上粗套管引出接电源；将 $F_{4头}$(23 槽引出线)接在多股软线上，套上粗套管引出接电容器的一端上；将 $A_{4头}$(21 槽引出线)接在多股软线上，套上粗套管后引出接在离心开关接线端，从该接线端在引出一根多股软线接电源。原离心开关与电容器连接线不动，但要检查接触是否良好。经测试绕组与外壳绝缘电阻符合要求，就可试车。试车参照十二章第四节操作。若试车后发现旋转方向反了或需要反方向旋转，将接电源线起动绕组的 $F_{头}$和 $F_{1头}$两个线头调换位置即可。

4. 浸漆、烘干

详见第十二章第二节内容。

5. 实际应用

如图 7–3 所示的绕组展开分解图实际应用于表 7–3 所示的 4 种型号的电容起动单相电动机中，这 4 种型号单相电动机技术参数如表 7–3 所示。

## 表 7–3 4 极 24 槽单相电动机铁芯、绕组技术参数

| 型号 | 功率 (W) | 电流 (A) | 额定转速 r/min | 定子铁芯 | | | | 运转绕组 | | | | | | 起动绕组 | | | | | 电容器容量 (μF) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | 外径 (mm) | 内径 (mm) | 长度 (mm) | 槽数 | 第一线把匝数从小线把开始 | 第二线把匝数 | 第三线把匝数 | 每极相组匝数 | 导线直径 (mm) | 导线总重 (kg) | 第一线把匝数从小线把开始 | 第二线把匝数 | 每极相组匝数 | 导线直径 (mm) | 导线重量 (kg) | |
| CO$_2$7114 | 120 | 1.88 | 1400 | 110 | 67 | 50 | 24 | 60 | 104 | 60 | 224 | 0.53 | | 92 | 53 | 145 | 0.35 | | 75 |
| CO$_2$7124 | 180 | 2.49 | | 110 | 67 | 62 | | 50 | 85 | 48 | 183 | 0.60 | | 79 | 45 | 124 | 0.38 | | 75 |
| CO$_2$8014 | 250 | 3.11 | | 128 | 77 | 58 | | 42 | 74 | 42 | 158 | 0.71 | | 84 | 49 | 133 | 0.47 | | 100 |
| CO$_2$8024 | 370 | 4.24 | | 128 | 77 | 75 | | 34 | 58 | 32 | 124 | 0.85 | | 85 | 49 | 134 | 0.50 | | 100 |

## 二、运转、起动绕组节距 1–3、1–5、1–7 的绕组展开分解图

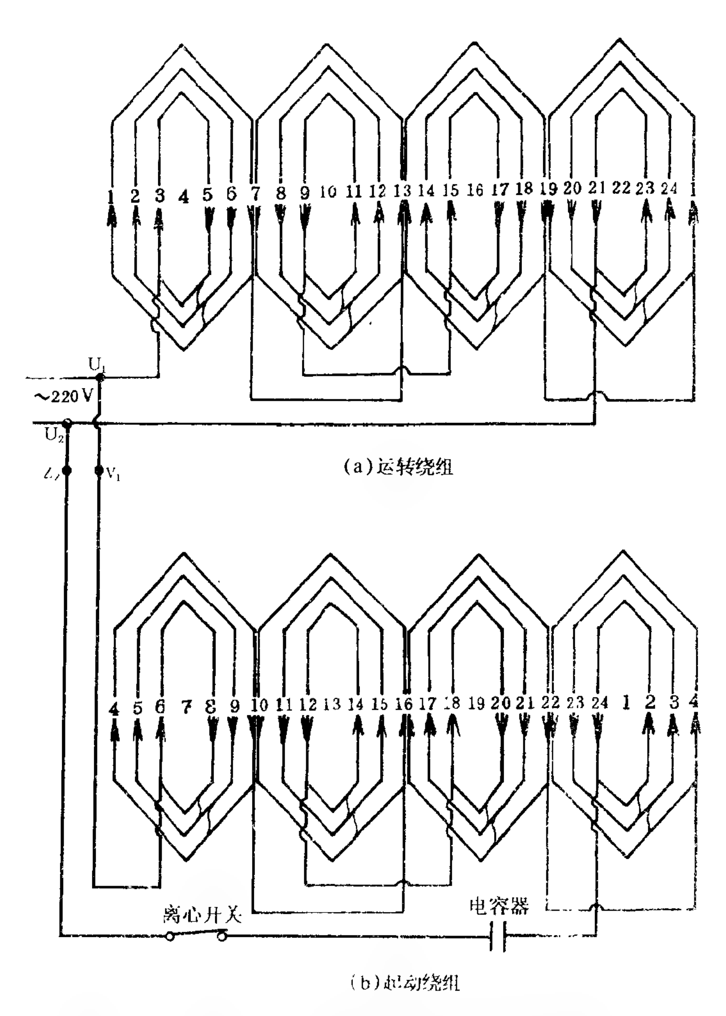
图 7–4 与图 7–3 相比较运转绕组一样，只是起动绕组图 7–4 比图 7–3 多一个小线把，起动线路一样，其下线方法、整形、测试、接线参照本章第二节"一"的内容进行。

图 7–4 所示的绕组展开分解图实际应用于表 7–4 所示的 9 种型号电容起动单相电动机中。这 9 种型号的单相电动机技术参数如表 7–4 所示。

## 表 7-4　4 极 24 槽单相电动机铁芯、绕组技术参数

| 型号 | 功率 (W) | 电流 (A) | 额定转速 r/min | 定子铁芯 外径 (mm) | 定子铁芯 内径 (mm) | 定子铁芯 长度 (mm) | 槽数 | 运转绕组 第一线把匝数从小线把开始 | 运转绕组 第二线把匝数 | 运转绕组 第三线把匝数 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| JY09[illegible]-4 | 180 | 2.40 | 1440 | 120 | 71 | 62 | 24 | 46 | 82 | 46 |
| JY7124 | 250 | 3.50 | | 120 | 71 | 62 | | 45 | 77 | 45 |
| JY7114 | 180 | 2.50 | | 120 | 71 | 48 | | 56 | 97 | 56 |
| JY7134 | 370 | 5.00 | | 120 | 71 | 80 | | 34 | 58 | 34 |
| C06334 | 180 | 2.60 | | 102 | 58 | 70 | | 54 | 92 | 54 |
| C06324 | 120 | 2.00 | | 102 | 58 | 60 | | 61 | 108 | 61 |
| C07104 | 180 | 2.44 | | 120 | 71 | 48 | | 56 | 97 | 56 |
| C07114 | 250 | 13.1 | | 120 | 71 | 62 | | 45 | 77 | 45 |
| C07124 | 370 | 3.20 | | 120 | 71 | 80 | | 34 | 58 | 34 |

| 运转绕组 每极相组匝数 | 运转绕组 导线直径 (mm) | 运转绕组 导线总重 (kg) | 起动绕组 第一线把匝数从小线把开始 | 起动绕组 第二线把匝数 | 起动绕组 第三线把匝数 | 起动绕组 每极线把匝数 | 起动绕组 导线直径 (mm) | 起动绕组 导线重量 (kg) | 容器容量 (μF) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 174 | 0.64 | | 27 | 48 | 27 | 102 | 0.59 | | 105 |
| 167 | 0.72 | | 40 | 69 | 40 | 149 | 0.47 | | 100 |
| 203 | 0.64 | | 34 | 60 | 34 | 128 | 0.41 | | 100 |
| 126 | 0.83 | | 36 | 62 | 36 | 134 | 0.49 | | 100 |
| 200 | 0.57 | | 31 | 52 | 31 | 114 | 0.41 | | 100 |
| 231 | 0.57 | | 27 | 48 | 27 | 102 | 0.35 | | 100 |
| 209 | 0.64 | | 34 | 60 | 34 | 128 | 0.41 | | 100 |
| 167 | 0.72 | | 40 | 69 | 40 | 149 | 0.47 | | 100 |
| 126 | 0.83 | | 25 | 61 | 25 | 131 | 0.49 | | 100 |




(a)运转绕组

(b)起动绕组

图 7-4　电容起动 4 极 24 槽单相电动机绕组展开分解图

# 第三节　电容起动4极36槽单相电动机同心式绕组展开分解图

## 一、运转绕组节距是1-4、1-6、1-8、1-10；起动绕组节距是1-7、1-8的绕组展开分解图

图7-5与图7-3相比较，相同之处是运转绕组和起动绕组极相组数都是4个，起动绕组每个极相组都是由2个线把组成、接线方法一样；不同之处是图7-5比图7-3运转绕组每个极相组的线把数多1个，定子槽多12个；运转、起动绕组、线把节距不一样；但在下线时很相似，所以在下图7-5所示绕组时要参照本章第二节下线、接线方法。

如图7-5所示的绕组展开分解图，实际应用于表7-5所示的1种型号电容起动单相电动机中。这一种型号单相电动机技术参数如表7-5所示。

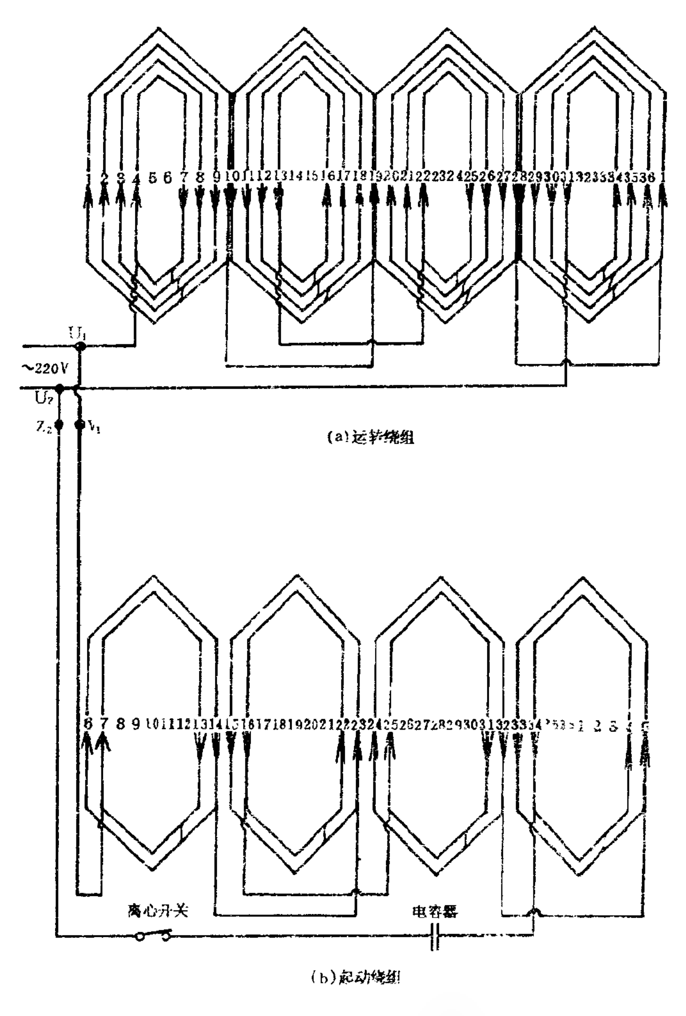



图 7–5　电容起动 4 极 36 槽单相电动机绕组展开分解图

表 7–5　4 极 36 槽单相电动机铁芯、绕组技术参数

| 型号 | 功率 (W) | 电流 (A) | 额定转速 r/min | 定子铁芯 外径 (mm) | 内径 (mm) | 长度 (mm) | 槽数 | 运转绕组 第一线把匝数（从小线把开始） | 第二线把匝数 | 第三线把匝数 | 第四线把匝数 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| CO8014 | 550 | 4.8 | 1400 | 138 | 81.6 | 70 | 36 | 17 | 30 | 40 | 43 |

| 运转绕组 每极相组匝数 | 导线直径 (mm) | 导线重量 (kg) | 起动绕组 第一线把匝数（从小线把开始） | 第二线把匝数 | 每极线把匝数 | 导线直径 (mm) | 导线重量 (kg) | 电容器容量 (μF) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 120 | 0.96 | | 54 | 59 | 113 | 0.55 | | 150 |

## 二、运转绕组节距是 1–3、1–5、1–7、1–9；起动绕组节距是 1–6、1–8、1–10 的绕组展开分解图

图 7–7 与图 7–3 相比较，相同处是运转绕组和起动绕组都是 4 个极相组，其接线方法一样；所不同之处是图 7–6 比图 7–3 定子槽多 12 个，运转绕组的每个极相组图 7–6 比图 7–3 多一把线，下线方法一样。在下如图 7–6 所示绕组时参照本章第二节的下线、接线方法。

如图 7–6 所示的绕组展开分解图实际应用于表 3–6 所示的 7 种型号电容起动单相电动机中。这 7 种型号单相电动机技术参数如表 7–6 所示。

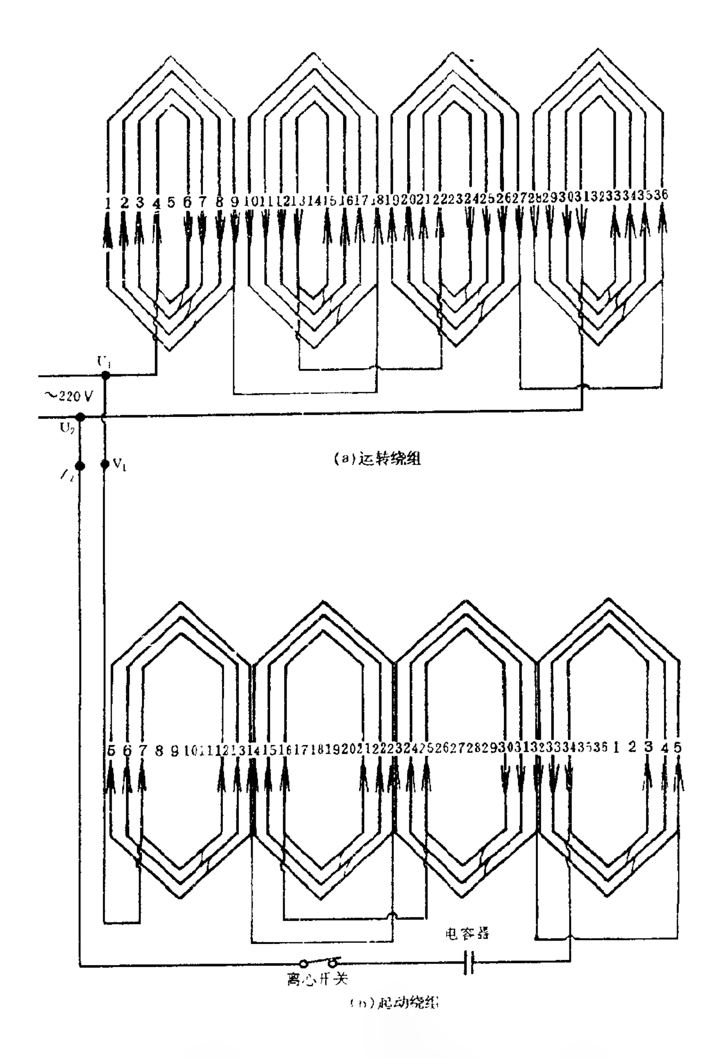



图 7–6 电容起动 4 极 36 槽单相电动机绕组展开分解图

## 表 7-6　4 极 36 槽单相电动机铁芯、绕组技术参数

| 型号 | 功率 (W) | 电流 (A) | 额定转速 r/min | 定子铁芯 外径 (mm) | 定子铁芯 内径 (mm) | 定子铁芯 长度 (mm) | 定子铁芯 槽数 | 运转绕组 第一线把匝数(从小线把开始) | 运转绕组 第二线把匝数 | 运转绕组 第三线把匝数 | 运转绕组 第四线把匝数 | 运转绕组 每极相组匝数 | 运转绕组 导线直径 (mm) | 运转绕组 导线重量 (kg) | 起动绕组 第一线把匝数(从小线把开始) | 起动绕组 第二线把匝数 | 起动绕组 第三线把匝数 | 起动绕组 每极线把匝数 | 起动绕组 导线直径 (mm) | 起动绕组 导线重量 (kg) | 电容器容量 (μF) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| JY2A-4 | 800 | 6.8 | 1440 | 160 | 95.0 | 88 | 36 | 12 | 22 | 30 | 32 | 96 | 1.25 | | 20 | 26 | 14 | 60 | 0.90 | | 400 |
| JY2B-4 | 600 | 4.9 | | 160 | 95.0 | 78 | | 14 | 26 | 36 | 40 | 116 | 1.08 | | 25 | 31 | 16 | 72 | 0.86 | | 800 |
| JYA-4 | 400 | 3.7 | | 145 | 85.0 | 65 | | 18 | 32 | 44 | 48 | 142 | 0.93 | | 37 | 46 | 24 | 107 | 0.64 | | 200 |
| JYB-4 | 250 | 2.9 | | 145 | 85.0 | 48 | | 21 | 40 | 56 | 64 | 184 | 0.80 | | 32 | 40 | 21 | 93 | 0.80 | | 200 |
| $CO_2$90S4 | 550 | 5.6 | | 145 | 87.0 | 70 | | 15 | 28 | 38 | 46 | 127 | 0.95 | | 37 | 46 | 25 | 108 | 0.60 | | 150 |
| $CO_2$90L4 | 750 | 6.8 | | 145 | 87.0 | 90 | | 12 | 22 | 30 | 32 | 96 | 1.06 | | 32 | 39 | 39 | 120 | 0.63 | | 150 |
| CO80L4 | 750 | 6.8 | | 138 | 81.6 | 90 | | [illegible] | 21 | 29 | 32 | 93 | 1.08 | | 32 | 39 | 21 | 92 | 0.59 | | 150 |

# 第八章　电阻起动单相电动机绕组展开分解图及技术参数

本章主要介绍电阻起动 2 极 18 槽、24 槽，4 极 24 槽、36 槽不同起动、运转绕组线把数、不同线把节距的 5 种绕组展开分解图及 50 种不同型号的单相电动机技术参数。

第八章与第七章比较，第八章所有的绕组展开分解图在起动电路中少了一个起动电容，在起动电路中只串接一个离心开关，在起动时直接将起动绕组接在 220 伏电源上，电流靠起动绕组本身阻抗控制，起到分相作用，形成能使电动机起动的起动磁场。当电动机起动后达到额定转速的 80%以上时，离心开关靠本身离心力作用切断起动电路，达到起动目的。其运转绕组、起动绕组下线、接线方法与第七章介绍的一样，在下线、接线时可参照第七章第一节和第二节内容。浸漆、烘干、试车参照第十二章内容，本章不再重复介绍。

## 第一节　电阻起动 2 极 18 槽单相电动机同心式绕组展开分解图及技术参数

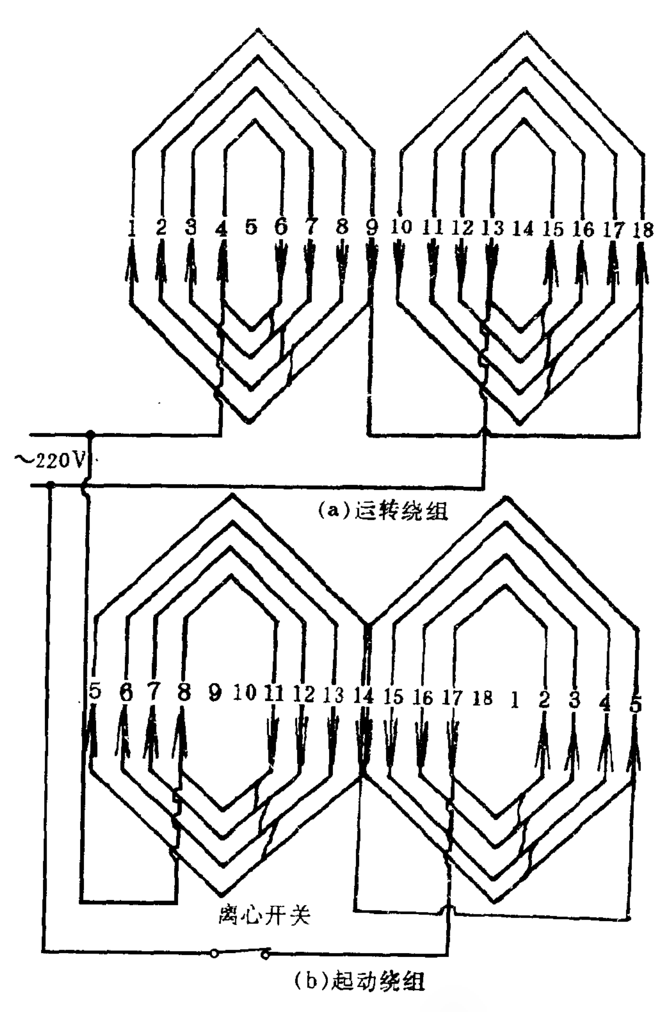



图 8-1　电阻起动 2 极 18 槽单相电动机绕组展开分解图

表 8-1　2 极 18 槽单相电动机铁芯、绕组技术参数

| 型号 | 功率 (W) | 电流 (A) | 额定转速 (r/min) | 定子铁芯 外径 (mm) | 内径 (mm) | 长度 (mm) | 槽数 | 运转绕组 第一（从小开始）线把匝数 | 第二线把匝数 | 第三线把匝数 | 第四线把匝数 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | 18 | 40 | 64 | [illegible] | [illegible] |
| [illegible] | [illegible] | [illegible] |  | [illegible] | [illegible] | 4 |  | [illegible] | 112 | [illegible] | [illegible] |

| 运转绕组 每极线把匝数 | 导线直径 mm | 导线重量 (kg) | 起动绕组 第一（从小开始）线把匝数 | 第二线把匝数 | 第三线把匝数 | 第四线把匝数 | 每极线把匝数 | 导线直径 mm | 导线重量 (kg) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| [illegible] | [illegible] |  | [illegible] | [illegible] | [illegible] | 32 | 175 | [illegible] |  |
| [illegible] | 0.51 |  | [illegible] | 52 | 63 | 22 | 180 | [illegible] |  |

## 第二节　电阻起动 2 极 24 槽单相电动机同心式绕组展开分解图

### 一、运转、起动绕组节距分别是 1–4、1–6、1–8、1–10、1–12 绕组展开分解图

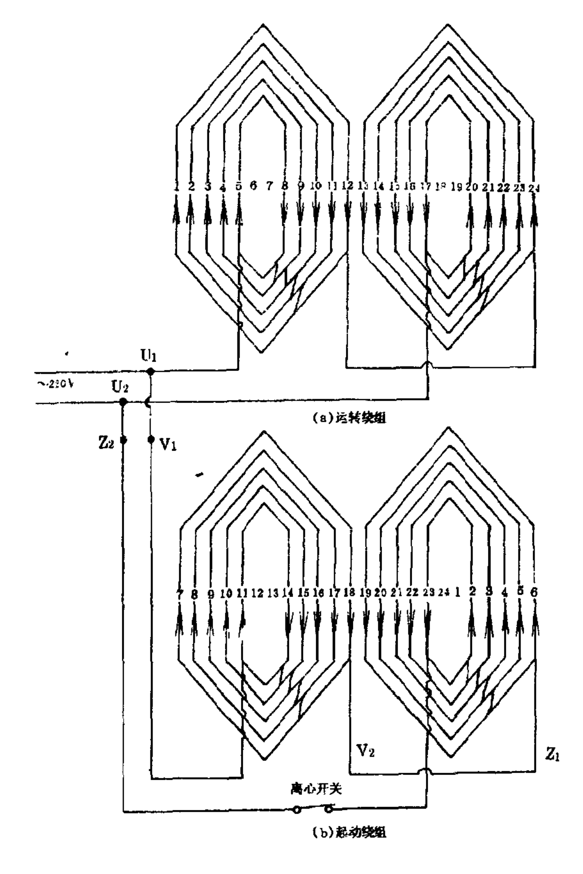



图 8-2　电阻起动 2 极 24 槽单相电动机绕组展开分解图

## 表 8-2 2极24槽单相电动机铁芯、绕组技术参数

| 型号 | 功率 (W) | 电流 (A) | 额定转速 (r/min) | 定子铁芯 外径 (mm) | 定子铁芯 内径 (mm) | 定子铁芯 长度 (mm) | 定子铁芯 槽数 | 运转绕组 第一线把匝数（从小开始） | 运转绕组 第二线把匝数 | 运转绕组 第三线把匝数 | 运转绕组 第四线把匝数 | 运转绕组 第五线把匝数 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| JZ0.5A-2 | 250 | 1.4 | 2800 | 120 | 60 | 56 | 24 | 26 | 45 | 59 | 69 | 21 |
| JZ0.5B-2 | 180 | 1.3 | | 120 | 62 | 48 | | 30 | 50 | 64 | 61 | 62 |
| JZ8-2 | 100 | 1.4 | | 115 | 75 | 48 | | 28 | 28 | 45 | 59 | 74 |

| 运转绕组 每极串组匝数 | 运转绕组 导线线径 (mm) | 运转绕组 导线重量 (kg) | 起动绕组 第一线把匝数（从小开始） | 起动绕组 第二线把匝数 | 起动绕组 第三线把匝数 | 起动绕组 第四线把匝数 | 起动绕组 第五线把匝数 | 起动绕组 每极串组匝数 | 起动绕组 导线直径 (mm) | 起动绕组 导线重量 (kg) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 225 | 0.69 | | 15 | 10 | 31 | 40 | 43 | 159 | 0.38 | |
| 296 | 0.68 | | 23 | 33 | 42 | 50 | 53 | 198 | 0.3 | |
| 251 | 0.90 | | 13 | 26 | 31 | 40 | 43 | 159 | 0.41 | |

## 二、运转、起动绕组节距分别是 1–2、1–4、1–6、1–8、1–10、1–12 绕组展开分解图

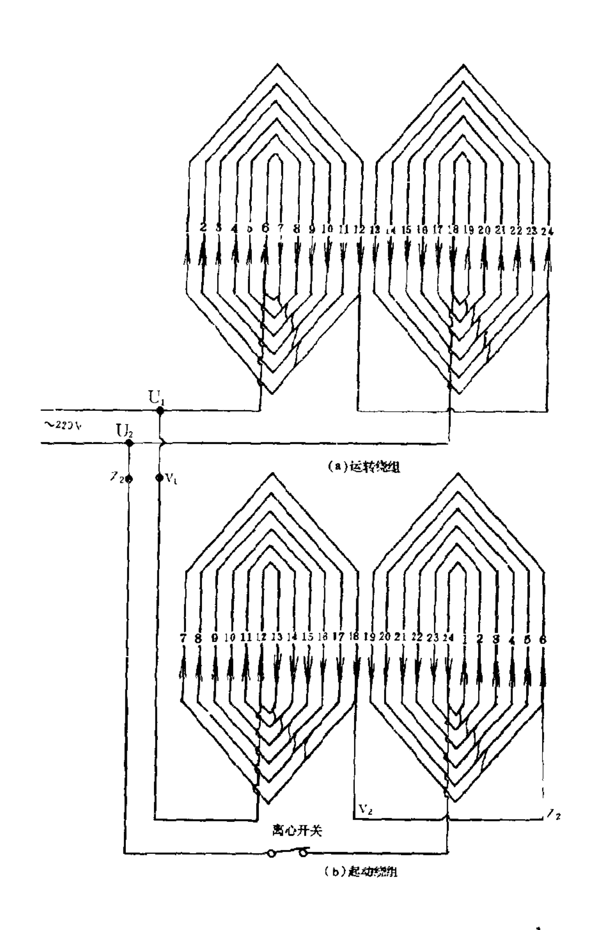



图 5–3 电阻起动 2 极 24 槽单相电动机绕组展开分解图

## 表 8–3 2 极 24 槽单相电动机铁芯、绕组技术参数

| 型号 | 功率 (W) | 电流 (A) | 额定转速 (r/min) | 定子铁芯 外径 (mm) | 内径 (mm) | 长度 (mm) | 槽数 | 运转绕组 第一线把匝数（从小线把开始） | 第二线把匝数 | 第三线把匝数 | 第四线把匝数 | 第五线把匝数 | 第六线把匝数 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| JZ[illegible]122 | 370 | 4.0 | 2800 | 120 | 62 | 62 | 24 | 7 | 21 | 31 | 1 | 51 | [illegible] |
| JZ[illegible]11[illegible] | 250 | 3.0 | | 120 | 61 | 48 | | 8 | 23 | 11 | 51 | 63 | 68 |
| JZ[illegible]22 | 180 | 2.0 | | 102 | 52 | 56 | | 12 | [illegible]4 | 56 | 73 | 85 | [illegible] |
| JZ[illegible]22 | 180 | 2.0 | | 102 | 52 | 56 | | 12 | [illegible]4 | 56 | 73 | 85 | [illegible] |
| JZ6[illegible]12 | 120 | 2.0 | | 102 | 52 | 48 | | 14 | 41 | 64 | 84 | 98 | 106 |
| JZ5622 | 90 | 1.2 | | 90 | 48 | 48 | | 16 | 47 | 75 | 90 | 114 | 123 |
| JZ5612 | 60 | 1.0 | | 90 | 48 | 40 | | 19 | 59 | 89 | 116 | 135 | 141 |
| BO5612 | 60 | 1.2 | | 90 | 48 | 40 | | 19 | 56 | 89 | 116 | 135 | 115 |
| BO5622 | 90 | 1.2 | | 90 | 48 | 48 | | 16 | 47 | 72 | 98 | 114 | 123 |
| BO6312 | 120 | 1.4 | | 102 | 52 | 48 | | 14 | 40 | 65 | 84 | 98 | 105 |

| 运转绕组 每极相组匝数 | 导线直径 (mm) | 起动绕组 第一线把匝数（从小线把开始） | 第二线把匝数 | 第三线把匝数 | 第四线把匝数 | 第五线把匝数 | 第六线把匝数 | 每极相组匝数 | 导线直径 (mm) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2.2 | 0.72 | 4 | 12 | 26 | 20 | 30 | 32 | 124 | 0.44 |
| 260 | 0.62 | 5 | 16 | 25 | 32 | 39 | 41 | 159 | 0.38 |
| 351 | 0.59 | [illegible] | 7 | 28 | 30 | 42 | 45 | 174 | 0.38 |
| 4[illegible]7 | 0.53 | 7 | 20 | 32 | 42 | 49 | 53 | 203 | 0.35 |
| 465 | 0.47 | 6 | 8 | 28 | 37 | 43 | 47 | 179 | 0.35 |
| 562 | 0.41 | 8 | 23 | 33 | 48 | 55 | 59 | 229 | 0.31 |
| 5[illegible] | 0.41 | 8 | 23 | 33 | 48 | 55 | 93 | 263 | 0.31 |
| 470 | 0.47 | 6 | 18 | 28 | 37 | 43 | 47 | 179 | 0.35 |
| 400 | 0.53 | 7 | 20 | 32 | 42 | 49 | 53 | 203 | 0.35 |

| 型号 | 功率 (W) | 电流 (A) | 额定转速 r/min | 定子铁芯 外径 (mm) | 内径 (mm) | 长度 (mm) | 槽数 | 运转绕组 第一线把匝数（从小线把开始） | 第二线把匝数 | 第三线把匝数 | 第四线把匝数 | 第五线把匝数 | 第六线把匝数 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| BO6322 | 180 | 2.0 | 2800 | 102 | 52 | 56 | 24 | 12 | 35 | 56 | 73 | 85 | 92 |
| BO6332 | 250 | 2.5 | | 102 | 54 | 62 | | 8 | 25 | 39 | 51 | 60 | 64 |
| BO7102 | 250 | 2.5 | | 120 | 62 | 48 | | 9 | 26 | 41 | 54 | 63 | 67 |
| BO7112 | 370 | 3.5 | | 120 | 62 | 62 | | 7 | 21 | 34 | 44 | 51 | 55 |
| BO₂6312 | 90 | 1.1 | | 96 | 50 | 43 | | 14 | 43 | 69 | 91 | 105 | 113 |
| BO₂6322 | 120 | 1.3 | | 96 | 50 | 54 | | 12 | 35 | 57 | 74 | 86 | 93 |
| BO₂7112 | 80 | 1.9 | | 110 | 58 | 50 | | [illegible] | 29 | 47 | 61 | 73 | 77 |
| BO₂7122 | 250 | 2.4 | | 110 | 58 | 62 | | 8 | 23 | 37 | 47 | 58 | 62 |
| BO₂8012 | 370 | 3.4 | | 128 | 67 | 58 | | 7 | 20 | 33 | 43 | 50 | 53 |

| 型号 | 运转绕组 每极相组匝数 | 导线直径 (mm) | 起动绕组 第一线把匝数（从小线把开始） | 第二线把匝数 | 第三线把匝数 | 第四线把匝数 | 第五线把匝数 | 第六线把匝数 | 每极相组匝数 | 导线直径 (mm) | 备注 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| BO6322 | 352 | 0.50 | 6 | 17 | 28 | 36 | 42 | 50 | 179 | 0.38 | |
| BO6332 | 217 | 0.62 | 4 | 13 | 20 | 26 | 31 | 33 | 127 | 0.44 | 反串160匝 |
| BO7102 | 250 | 0.62 | 5 | 15 | 24 | 31 | 36 | 39 | 150 | 0.38 | |
| BO7112 | 212 | 0.72 | 4 | 12 | 20 | 25 | 30 | 32 | 123 | 0.44 | |
| BO₂6312 | 436 | 0.45 | 6 | 19 | 33 | 40 | 47 | 50 | 192 | 0.33 | |
| BO₂6322 | 357 | 0.50 | 6 | 18 | 29 | 38 | 44 | 47 | 182 | 0.35 | |
| BO₂7112 | 297 | 0.50 | 5 | 16 | 27 | 35 | 41 | 43 | 167 | 0.38 | |
| BO₂7122 | 255 | 0.63 | 5 | 15 | 25 | 32 | 38 | 41 | 156 | 0.40 | |
| BO₂8012 | 206 | 0.71 | 4 | 13 | 22 | 28 | 33 | 36 | 136 | 0.45 | |

# 第三节　电阻起动 4 极 24 槽单相电动机同心式绕组展开分解图及技术参数

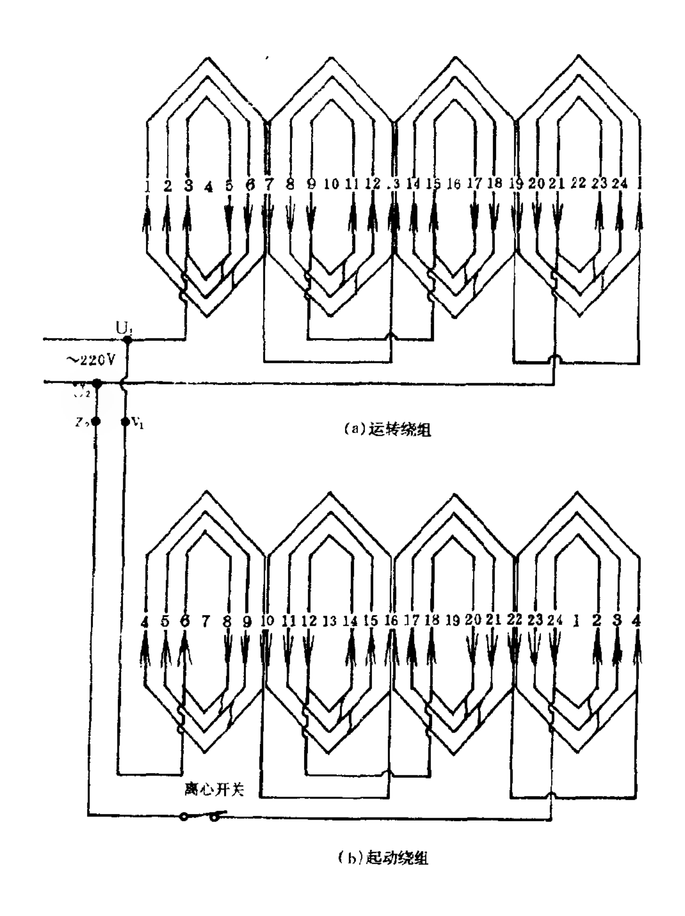



图 8−4　电阻起动 4 极 24 槽单相电动机绕组展开分解图

# 表 8-4　4 极 24 槽单相电动机铁芯、绕组技术参数

| 型号 | 功率 (W) | 电流 (A) | 额定转速 r/min | 定子铁芯 | | | | 运转绕组 | | | | | 起动绕组 | | | | | 备注 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | 外径 (mm) | 内径 (mm) | 长度 (mm) | 槽数 | 第一线把匝数 从小线把开始 | 第二线把匝数 | 第三线把匝数 | 每极相组匝数 | 导线直径 (mm) | 第一线把匝数 从小线把开始 | 第二线把匝数 | 第三线把匝数 | 每极相组匝数 | 导线直径 (mm) | |
| JZ09A-4 | 180 | 1.5 | 1440 | 120 | 71 | 62 | 24 | 67 | 116 | 67 | 250 | 0.64 | 36 | 62 | 36 | 134 | 0.33 | |
| JZ09B-4 | 120 | 1.3 | | 120 | 71 | 48 | | 90 | 156 | 100 | 346 | 0.55 | 40 | 69 | 40 | 149 | 0.31 | |
| JZ08A-4 | 90 | 1.1 | | 102 | 58 | 60 | | 67 | 116 | 67 | 250 | 0.51 | 36 | 62 | 36 | 134 | 0.27 | |
| JZ08A-4 | 60 | 0.8 | | 102 | 58 | 46 | | 90 | 156 | 100 | 346 | 0.44 | 40 | 69 | 40 | 149 | 0.27 | |
| JZ7134 | 370 | 4.5 | | 120 | 71 | 80 | | 34 | 5 | 34 | 126 | 0.83 | 19 | 33 | 19 | 71 | 0.44 | |
| JZ7124 | 250 | 3.5 | | 120 | 71 | 62 | | 44 | 77 | 44 | 165 | 0.72 | 25 | 45 | 25 | 95 | 0.41 | |
| JZ7114 | 180 | 2.5 | | 120 | 71 | 48 | | 56 | 97 | 56 | 209 | 0.64 | 24 | 41 | 24 | 89 | 0.38 | |
| JZ6324 | 120 | 12.0 | | 102 | 58 | 56 | | 66 | 116 | 66 | 246 | 0.57 | 29 | 51 | 29 | 109 | 0.33 | |
| JZ6314 | 90 | 2.0 | | 102 | 58 | 48 | | 77 | 131 | 77 | 285 | 0.53 | 34 | 60 | 34 | 128 | 0.31 | |

| 型号 | 功率 (W) | 电流 (A) | 额定转速 r/min | 定子铁芯 外径 (mm) | 内径 (mm) | 长度 (mm) | 槽数 | 运转绕组 第一线把匝数 从小线把开始 | 第二线把匝数 | 第三线把匝数 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| JZ5624 | 60 | 1.5 | 1440 | 90 | 52 | 48 | | 86 | 149 | 86 |
| JZ5614 | 40 | 1.0 | | 90 | 52 | 40 | | 100 | 174 | 100 |
| BO5614 | 40 | 1.1 | | 90 | 52 | 40 | | 100 | 174 | 100 |
| BO5624 | 60 | 1.2 | | 90 | 52 | 48 | | 86 | 149 | 86 |
| BO6314 | 90 | 1.3 | | 102 | 58 | 48 | | 77 | 134 | 77 |
| BO6324 | 120 | 1.9 | | 102 | 58 | 56 | | 66 | 116 | 66 |
| BO6334 | 180 | 2.6 | | 102 | 60 | 68 | | 48 | 84 | 48 |
| BO7104 | 180 | 2.5 | | 120 | 71 | 48 | | 56 | 97 | 56 |
| BO7114 | 250 | 3.1 | | 120 | 71 | 62 | | 44 | 77 | 44 |

| 运转绕组 每极相组匝数 | 导线直径 (mm) | 起动绕组 第一线把匝数 从小线把开始 | 第二线把匝数 | 第三线把匝数 | 每极相组匝数 | 导线直径 (mm) | 备注 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 321 | 0.41 | 34 | 59 | 34 | 292 | 0.29 | |
| 374 | 0.38 | 40 | 70 | 40 | 150 | 0.27 | |
| 374 | 0.38 | 40 | 70 | 40 | 150 | 0.27 | |
| 321 | 0.41 | 34 | 59 | 34 | 292 | 0.29 | |
| 288 | 0.53 | 34 | 60 | 34 | 293 | 0.31 | |
| 248 | 0.57 | 29 | 51 | 29 | 109 | 0.33 | |
| 180 | 0.62 | 23 | 40 | 23 | 86 | 0.41 | |
| 209 | 0.64 | 24 | 41 | 24 | 89 | 0.38 | 反串208匝 |
| 165 | 0.72 | 25 | 45 | 25 | 95 | 0.41 | |

| 型号 | 功率(W) | 电流(A) | 额定转速 转/分 | 定子铁芯 | | | | 运转绕组 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | 外径(mm) | 内径(mm) | 长度(mm) | 槽数 | 第一线把匝数 从小线把开始 | 第二线把匝数 | 第三线把匝数 |
| BO7124 | 370 | 4.2 | 1440 | 120 | 7[illegible] | 80 | 24 | 34 | 58 | 34 |
| BO$_2$6314 | 60 | 1.2 | | 96 | 58 | 45 | | 84 | 147 | 84 |
| BO$_2$6324 | 90 | 1.6 | | 96 | 58 | 54 | | 72 | 126 | 72 |
| BO$_2$7114 | 120 | 1.9 | | 110 | 67 | 50 | | 60 | 104 | 60 |
| BO$_2$7124 | 180 | 2.5 | | 110 | 67 | 62 | | 48 | 85 | 48 |
| BO$_2$8014 | 250 | 3.1 | | 128 | 77 | 58 | | 42 | 74 | 42 |
| BO$_2$8024 | 370 | 4.2 | | 128 | 77 | 75 | | 31 | 58 | 32 |

| 运转绕组 | | 起动绕组 | | | | | 备注 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 每极相组匝数 | 导线直径(mm) | 第一线把匝数 从小线把开始 | 第二线把匝数 | 第三线把匝数 | 每极相组匝数 | 导线直径(mm) | |
| 126 | 0.83 | 19 | 33 | 19 | 71 | 0.44 | |
| 315 | 0.42 | 34 | 59 | 34 | 127 | 0.31 | |
| 270 | 0.45 | 31 | 55 | 31 | 110 | 0.35 | |
| 224 | 0.53 | 33 | 58 | 33 | 124 | 0.33 | |
| 181 | 0.66 | 27 | 48 | 27 | 102 | 0.35 | |
| 158 | 0.71 | 28 | 48 | 28 | 104 | 0.40 | |
| 124 | 0.85 | 24 | 41 | 24 | 89 | 0.47 | |

# 第四节　电阻起动 4 极 36 槽单相电动机同心式绕组展开分解图

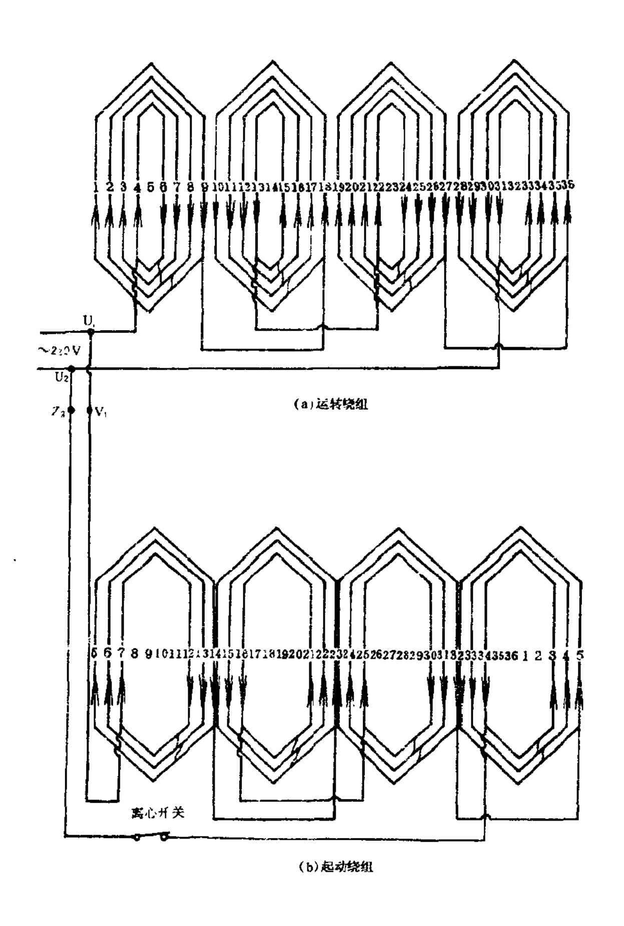



图 8-5 电阻起动 4 极 36 槽单相电动机绕组展开分解图

## 表 8-5 4 极 36 槽单相电动机铁芯、绕组技术参数

| 型号 | 功率 (W) | 电流 (A) | 额定转速 r/min | 定子绕组 | | | | 运转绕组 | | | | | | 起动绕组 | | | | | 备注 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | 外径 (mm) | 内径 (mm) | 长度 (mm) | 槽数 | 第一线把匝数从小线把开始 | 第二线把匝数 | 第三线把匝数 | 第四线把匝数 | 每极相组匝数 | 导线直径 (mm) | 第一线把匝数从小线把开始 | 第二线把匝数 | 第三线把匝数 | 每极相组匝数 | 导线直径 (mm) | |
| $JZ_1A$-4 | 400 | 2.3 | 1440 | 145 | 85 | 63 | 36 | 16 | 35 | 47 | 53 | 151 | 0.93 | 25 | 32 | 17 | 74 | 0.44 | |
| $JZ_1B$-4 | 250 | 2.0 | | 145 | 85 | 48 | | 24 | 42 | 58 | 66 | 190 | 0.80 | 39 | 48 | 25 | 112 | 0.35 | |

# 第九章　电容运转单相电动机绕组展开分解图及技术参数

本章主要介绍 2 极 12 槽、16 槽、24 槽；4 极 12 槽、16 槽、 24 槽不同起动、运转绕组线把数、不同线把节距的电容运转单相电动机 9 种绕组展开分解图及 48 种不同型号电容运转单相电动机技术参数。

第九章与第七章比较，第九章所有的绕组展开分解图在起动电路中少了一个离心开关，在起动电路中只串接一个起分相作用电容器，其它部分一样，在下线、接线时参照第七章第一节和第二节内容。在浸漆、烘干、试车时参照第十二章内容，本章不在重复介绍。

## 第一节　运转、起动绕组节距分别是 1-2、1-4、1-6 的绕组展开分解图及技术参数

### 一、运转、起动绕组节距分别是 1-2、1-4、1-6 的绕组展开分解图

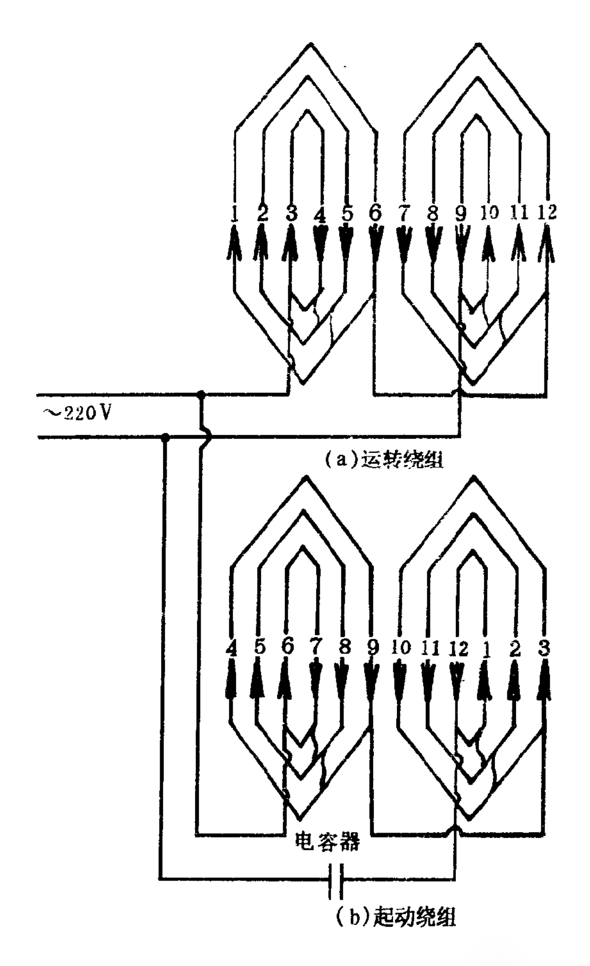



图 9-1 电容运转 2 极 12 槽单相电动机绕组展开分解图

## 表 9–1 2 极 12 槽单相电动机铁芯、绕组技术参数

| 型号 | 功率 (W) | 电流 (A) | 额定转速 r/min | 定子 外径 (mm) | 定子 内径 (mm) | 定子 长度 (mm) | 槽数 | 运转绕组 第一线把匝数（从小线把开始） | 运转绕组 第二线把匝数 | 运转绕组 第三线把匝数 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| JX5022 | 60 | 0.60 | 2800 | 80 | 42 | 50 | 12 | 75 | 202 | 277 |
| JX5012 | 40 | 0.50 | 2800 | 80 | 42 | 50 | 12 | 75 | 202 | 276 |
| JX4522 | 25 | 0.40 | 2800 | 71 | 38 | 45 | 12 | 93 | 256 | 349 |
| JX4512 | 15 | 0.30 | 2800 | 71 | 38 | 45 | 12 | 110 | 201 | 412 |
| JXD04512 | 15 | 0.20 | 2800 | 71 | 38 | 45 | 12 | 110 | 302 | 411 |
| D04522 | 25 | 0.32 | 2800 | 71 | 38 | 45 | 12 | 93 | 256 | 349 |
| D05012 | 40 | 0.50 | 2800 | 80 | 42 | 50 | 12 | 74 | 202 | 276 |
| D05022 | 60 | 0.60 | 2800 | 80 | 42 | 50 | 12 | 74 | 203 | 277 |
| D024512 | 8 | 0.20 | 2800 | 71 | 38 | 45 | 12 | 107 | 292 | 399 |
| D024522 | 16 | 0.26 | 2800 | 71 | 38 | 45 | 12 | 88 | 240 | 328 |

| 运转绕组 每极相组匝 | 运转绕组 导线直径 (mm) | 起动绕组 第一线把匝数（从小线把开始） | 起动绕组 第二线把匝数 | 起动绕组 第三线把匝数 | 起动绕组 每极相组匝数 | 起动绕组 导线直径 (mm) | 电容器容量数 (μF) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 554 | 0.33 | 145 | 397 | 542 | 1084 | 0.21 | 2 |
| 553 | 0.33 | 133 | 364 | 497 | 994 | 0.21 | 2 |
| 698 | 0.31 | 183 | 501 | 685 | 1369 | 0.21 | 1 |
| 823 | 0.25 | 168 | 461 | 629 | 1258 | 0.20 | 1 |
| 822 | 0.23 | 169 | 460 | 629 | 1257 | 0.19 | 1 |
| 698 | 0.25 | 183 | 501 | 685 | 1369 | 0.20 | 1 |
| 552 | 0.33 | 133 | 364 | 497 | 994 | 0.21 | 2 |
| 554 | 0.35 | 145 | 397 | 542 | 1084 | 0.33 | 2 |
| 798 | 0.18 | 101 | 278 | 379 | 758 | 0.16 | 1 |
| 656 | 0.20 | 131 | 358 | 489 | 978 | 0.19 | 1 |

## 二、运转、起动绕组节距分别是 1–3、1–5、1–7 的绕组展开分解图及技术参数

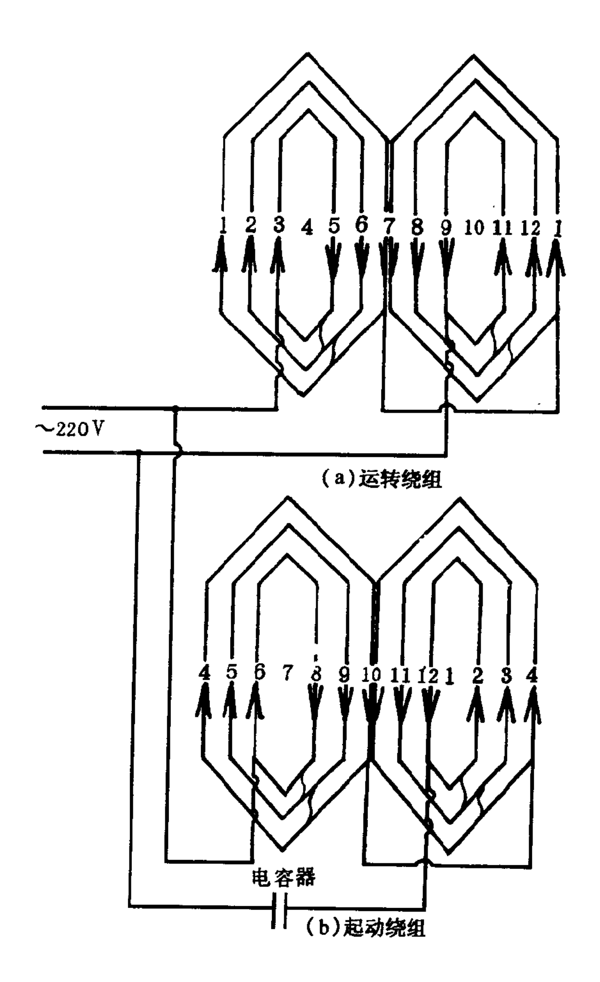



图 9–2 电容运转 2 极 12 槽单相电动机绕组展开分解图

## 表 9–2　2 极 12 槽单相电动机铁芯、绕组技术参数

| 型号 | 功率 (W) | 电流 (A) | 额定转速 r/min | 定子铁芯 | | | | 运转绕组 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | 外径 (mm) | 内径 (mm) | 长度 (mm) | 槽数 | 第一线把匝数 从小线把开始 | 第二线把匝数 | 第三线把匝数 |
| $DO_2$5012 | 25 | 0.33 | 2840 | 80 | 44 | 45 | 12 | 139 | 241 | 139 |
| $DO_2$5022 | 40 | 0.42 | 2840 | 80 | 44 | 45 | 12 | 131 | 227 | 131 |

| 运转绕组 | | 起动绕组 | | | | | 电容器容量 (μF) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 每极相组匝数 | 导线直径 (mm) | 第一线把匝数 从小线把开始 | 第二线把匝数 | 第三线把匝数 | 每极相组匝数 | 导线直径 (mm) | |
| 519 | 0.25 | 187 | 324 | 187 | 698 | 0.23 | 2 |
| 489 | 0.25 | 219 | 3812 | 219 | 819 | 0.25 | 2 |

# 第二节　电容运转 2 极 16 槽单相电动机同心式绕组展开分解图及技术参数

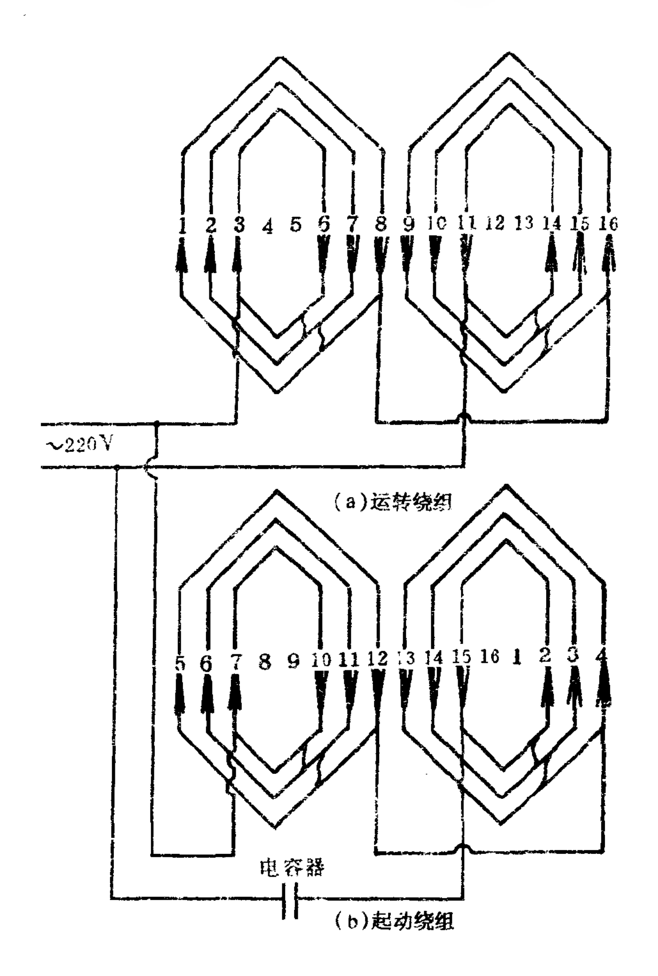



图 9-3　电容运转 2 极 16 槽单相电动机绕组展开分解图

## 表 9-3　2 极 16 槽单相电动机铁芯、绕组技术参数

| 型号 | 功率 (W) | 电流 (A) | 额定转速 r/min | 定子铁芯 |  |  |  | 运转绕组 |  |  |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
|  |  |  |  | 外径 (mm) | 内径 (mm) | 长度 (mm) | 槽数 | 第一线把匝数（从小线把开始） | 第二线把匝数 | 第三线把匝数 |
| JX06A-2 | 40 | 0.23 | 2800 | 84 | 42 | 45 | 16 | 136 | 204 | 240 |
| JX06B-2 | 25 | 0.16 | 2800 | 84 | 42 | 35 | 16 | 175 | 262 | 262 |
| JX05A-2 | 15 | 0.20 | 2800 | 71 | 36 | 42 | 16 | 166 | 250 | 250 |
| JX05B-2 | 8 | 0.11 | 2800 | 71 | 36 | 30 | 16 | 252 | 376 | 440 |

| 型号 | 运转绕组 |  | 起动绕组 |  |  |  |  | 电容器容量 (μF) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
|  | 每极相组匝数 | 导线直径 (mm) | 第一线把匝数（从小线把开始） | 第二线把匝数 | 第三线把匝数 | 每极相组匝数 | 导线直径 (mm) |  |
| JX06A-2 | 580 | 0.27 | 155 | 232 | 273 | 660 | 0.27 | 2.00 |
| JX06B-2 | 699 | 0.23 | 175 | 262 | 308 | 745 | 0.23 | 1.50 |
| JX05A-2 | 666 | 0.20 | 166 | 250 | 290 | 706 | 0.20 | 1.00 |
| JX05B-2 | 1068 | 0.15 | 252 | 376 | 440 | 1068 | 0.20 | 0.75 |

# 第三节　电容运转 2 极 24 槽单相电动机同心式绕组展开分解图及技术参数

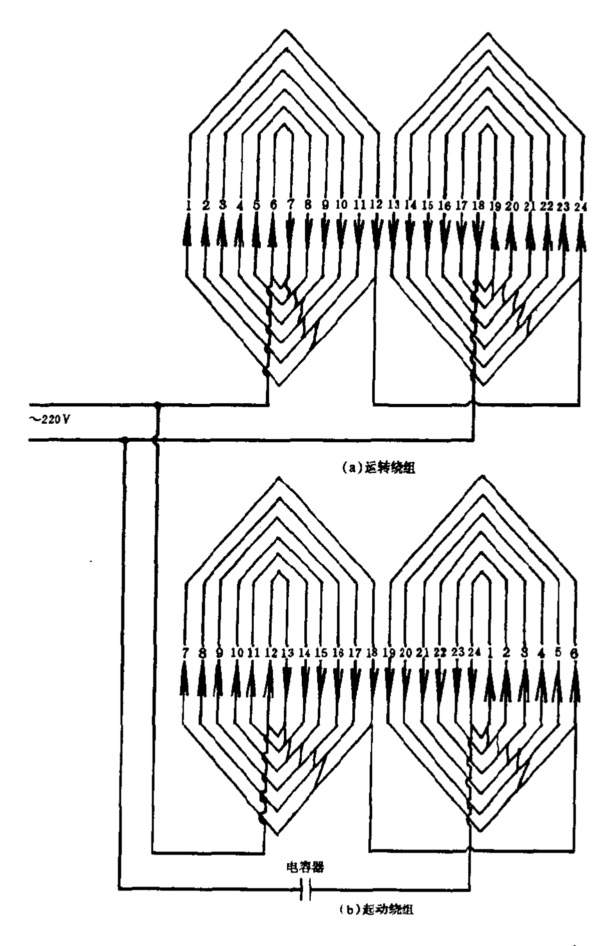



图 9–4　电容运转 2 极 24 槽单相电动机绕组展开分解图

## 表 9-4　4 极 24 槽单相电动机铁芯、绕组技术参数

| 型号 | 功率 (W) | 电流 (A) | 额定转速 r/min | 定子铁芯 外径 (mm) | 定子铁芯 内径 (mm) | 定子铁芯 长度 (mm) | 定子铁芯 槽数 | 运转绕组 第一线把匝数(从小线把开始) | 运转绕组 第二线把匝数 | 运转绕组 第三线把匝数 | 运转绕组 第四线把匝数 | 运转绕组 第五线把匝数 | 运转绕组 第六线把匝数 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| JX5622 | 120 | 1.20 | 2800 | 90 | 48 | 48 | 24 | 15 | 44 | 44 | 93 | 108 | 116 |
| JX5612 | 90 | 1.00 | 2800 | 90 | 48 | 40 | 24 | 18 | 53 | 53 | 111 | 130 | 139 |
| DO5612 | 90 | 0.82 | 2800 | 80 | 48 | 40 | 24 | 18 | 54 | 54 | 111 | 129 | 139 |
| DO5622 | 120 | 1.00 | 2800 | 80 | 48 | 40 | 24 | 15 | 48 | 48 | 92 | 107 | 115 |
| $DO_2$5612 | 60 | 0.57 | 2800 | 90 | 48 | 50 | 24 | 15 | 45 | 45 | 94 | 110 | 118 |
| $DO_2$5622 | 90 | 0.81 | 2800 | 90 | 48 | 50 | 24 | 12 | 36 | 36 | 75 | 88 | 94 |
| $DO_2$6312 | 120 | 0.91 | 2800 | 96 | 50 | 45 | 24 | 14 | 41 | 41 | 86 | 100 | 108 |
| $DO_2$6322 | 180 | 1.29 | 2800 | 96 | 50 | 54 | 24 | 11 | 32 | 32 | 66 | 77 | 83 |
| $DO_2$7112 | 250 | 2.04 | 2800 | 110 | 67 | 62 | 24 | 10 | 27 | 27 | 55 | 67 | 70 |

| 运转绕组 每极相组匝数 | 运转绕组 导线直径 (mm) | 起动绕组 第一线把匝数(从小线把开始) | 起动绕组 第二线把匝数 | 起动绕组 第三线把匝数 | 起动绕组 第四线把匝数 | 起动绕组 第五线把匝数 | 起动绕组 第六线把匝数 | 起动绕组 每极相组匝数 | 起动绕组 导线直径 (mm) | 电容器容量 (μF) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 420 | 0.44 | 21 | 62 | 100 | 130 | 151 | 163 | 627 | 0.27 | 4 |
| 504 | 0.38 | 25 | 75 | 119 | 159 | 182 | 193 | 753 | 0.25 | 4 |
| 505 | 0.38 | 25 | 75 | 120 | 156 | 181 | 195 | 752 | 0.25 | 4 |
| 425 | 0.44 | 21 | 62 | 100 | 130 | 152 | 162 | 627 | 0.27 | 4 |
| 427 | 0.28 | 18 | 52 | 84 | 109 | 127 | 137 | 527 | 0.31 | 4 |
| 341 | 0.33 | 16 | 46 | 74 | 94 | 113 | 121 | 464 | 0.31 | 4 |
| 390 | 0.40 | 20 | 59 | 94 | 123 | 147 | 174 | 617 | 0.31 | 6 |
| 301 | 0.47 | 14 | 42 | 68 | 89 | 103 | 111 | 427 | 0.33 | 8 |
| 256 | 0.47 | 13 | 40 | 59 | 76 | 93 | 101 | 382 | 0.42 | 8 |

## 第四节　电容运转 4 极 12 槽电动机同心式绕组展开分解图及技术参数

### 一、运转绕组节距 1–2、1--4；起动绕组节距 1–3 绕组展开分解图及技术参数

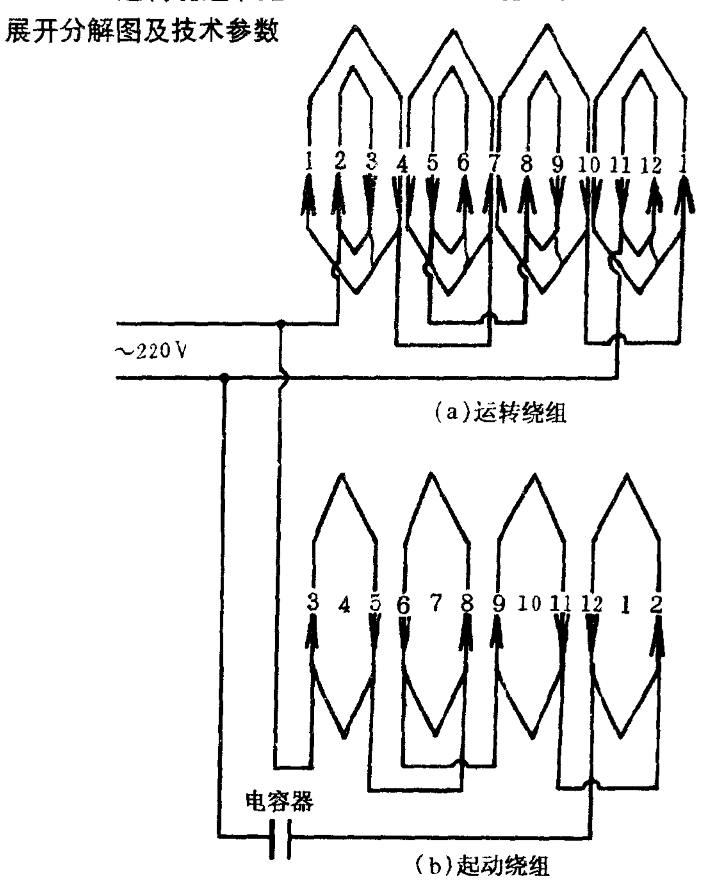



图 9–5　电容运转 4 极 12 槽单相电动机绕组展开分解图

## 表 9–5　4 极 12 槽单相电动机铁芯、绕组技术参数

| 型号 | 功率 (W) | 电流 (A) | 额定转速 (r/min) | 定子铁芯 外径 (mm) | 定子铁芯 内径 (mm) | 定子铁芯 长度 (mm) | 槽数 | 运转绕组 第1(从小线把开始)线把匝数 | 运转绕组 第2线把匝数 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| X5024 | 40 | 0.60 | 1450 | 80 | 42 | 50 | 12 | 185 | 185 |
| X5014 | 25 | 0.50 | 1450 | 80 | 42 | 50 | 12 | 204 | [illegible] |
| X4524 | 15 | 0.35 | 1450 | 71 | 38 | 45 | 12 | [illegible] | 262 |
| X4514 | 8 | 0.25 | 1450 | 71 | 38 | 45 | 12 | 288 | [illegible] |
| DO4514 | 8 | 0.25 | 1450 | 71 | 38 | 45 | 12 | [illegible] | 288 |
| DO4524 | 15 | 0.28 | 1450 | 71 | 38 | 45 | 12 | [illegible] | 26[illegible] |
| DO5014 | 25 | 0.35 | 1450 | 80 | 42 | 50 | 12 | 204 | 20[illegible] |
| DO5024 | 40 | 0.52 | 1450 | 80 | 42 | 50 | 12 | 185 | 184 |
| DO₂4514 | 6 | 0.20 | 1450 | 71 | 38 | 45 | 12 | 250 | 349 |
| DO₂4524 | 10 | 0.26 | 1450 | 71 | 36 | 45 | 12 | 300 | 299 |

| 运转绕组 每极相串匝数 | 运转绕组 导线直径 (mm) | 运转绕组 导线重量 (kg) | 起动绕组 第1(从小线把开始)线把匝数 | 起动绕组 每极相串匝数 | 起动绕组 导线直径 (mm) | 起动绕组 导线重量 (kg) | 电容器容量 (μF) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| [illegible] | 0.33 | | 527 | 527 | 0.21 | | 2 |
| [illegible] | 0.31 | | 490 | [illegible] | [illegible] | | 2 |
| 524 | 0.21 | | 670 | [illegible] | [illegible] | | 1 |
| [illegible] | 0.21 | | 650 | [illegible] | 0.16 | | 1 |
| 569 | 0.20 | | 650 | 65[illegible] | 0.16 | | 1 |
| 530 | 0.21 | | 670 | 67[illegible] | 0.17 | | 1 |
| 407 | 0.31 | | 490 | 29[illegible] | 0.21 | | 2 |
| 369 | 0.33 | | 527 | [illegible] | 0.21 | | 2 |
| 699 | 0.18 | | 62[illegible] | [illegible] | 0.16 | | 1 |
| 599 | 0.20 | | 67[illegible] | [illegible] | 0.1[illegible] | | 1 |

**二、运转绕组节距 1–2、1–4 起动绕组节距 1–4 绕组展开分解图及技术参数**

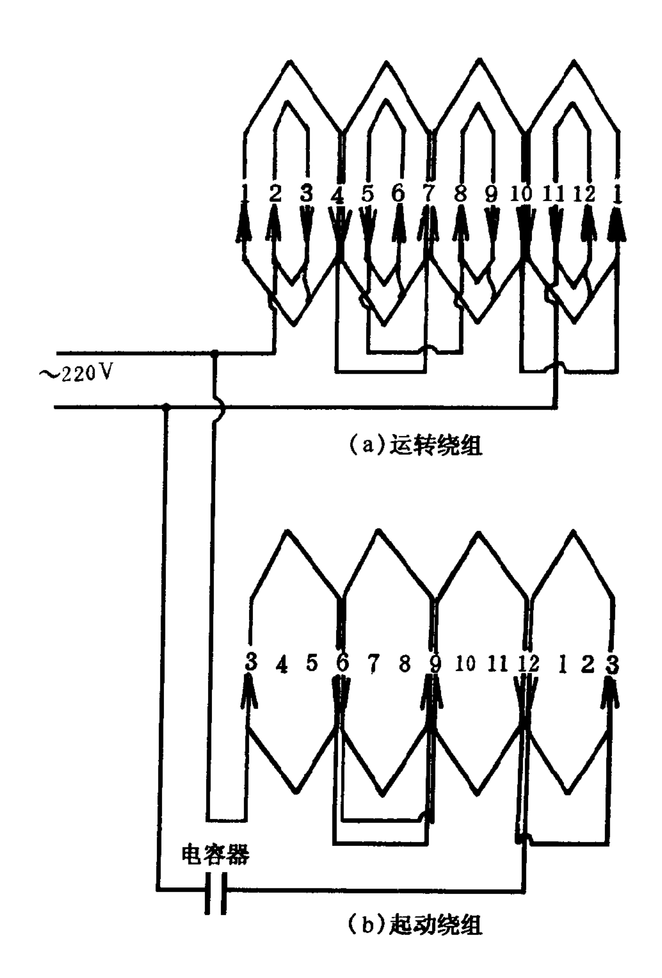



图 9–6　电容运转 4 极 12 槽单相电动机绕组展开分解图

## 表 9-6　4 极 12 槽单相电动机铁芯、绕组技术参数

| 型号 | 功率 (W) | 电流 (A) | 额定转速 r/min | 定子铁芯 外径 (mm) | 定子铁芯 内径 (mm) | 定子铁芯 长度 (mm) | 定子铁芯 槽数 | 运转绕组 第一线把匝数 从小线把开始 | 运转绕组 第二线把匝数 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| DO$_2$5014 | 16 | 0.28 | 1450 | 80 | 44 | 45 | 12 | 280 | 280 |
| DO$_2$5024 | 25 | 0.33 | 1450 | 80 | 44 | 45 | 12 | 218 | 218 |

| 运转绕组 每极相组匝数 | 运转绕组 导线直径 (mm) | 运转绕组 导线重量 (kg) | 起动绕组 每一线把匝数 从小线把开始 | 起动绕组 每极相组匝数 | 起动绕组 导线直径 (mm) | 起动绕组 导线总重 (kg) | 电容器容量 (μF) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 560 | 0.21 | | 435 | 435 | 0.21 | | 2 |
| 436 | 0.25 | | 455 | 455 | 0.21 | | 2 |

## 第五节　电容运转4极16槽单相电动机链式绕组展开分解图及技术参数

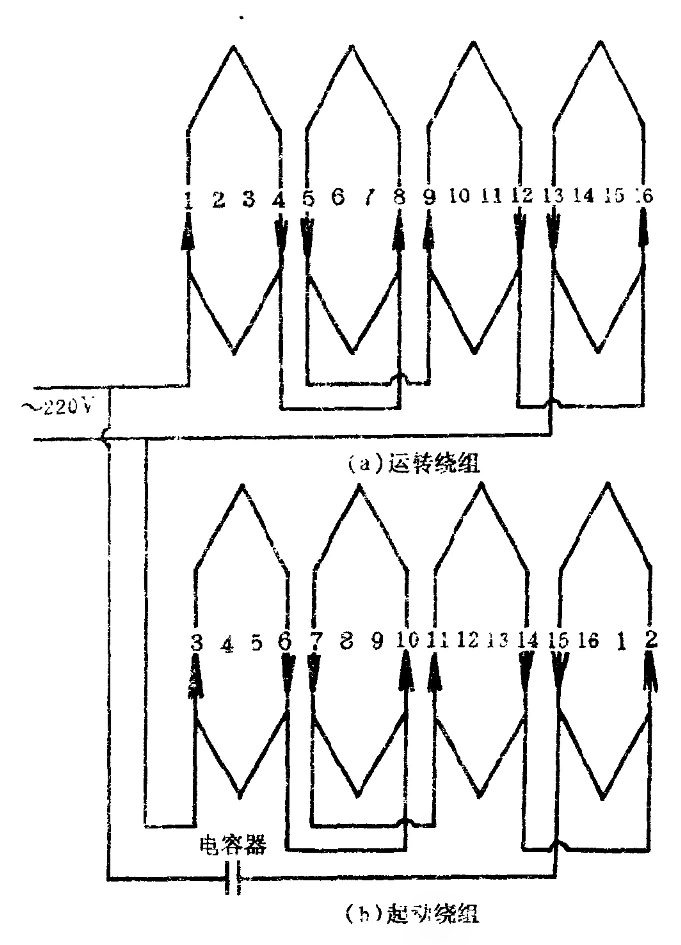



图9-7　电容运转4极16槽单相电动机绕组展开分解图

## 表 9-7　4极16槽单相电动机铁芯、绕组技术参数

| 型号 | 功率 (W) | 电流 (A) | 额定转速 r/min | 定子铁芯 外径 (mm) | 定子铁芯 内径 (mm) | 定子铁芯 长度 (mm) | 定子铁芯 槽数 | 运转绕组 第一线把匝数 从小线把开始 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| JX05A-4 | 8 | 0.22 | 1450 | 71 | 36 | 8 | 16 | 570 |
| JX05B-4 | 4 | 0.15 | 1450 | 71 | 36 | 8 | 16 | 800 |

| 运转绕组 每极相组匝数 | 运转绕组 导线直径 (mm) | 运转绕组 导线重量 (kg) | 起动绕组 每一线把匝数 从小线把开始 | 起动绕组 每极相组匝数 | 起动绕组 导线直径 (mm) | 起动绕组 导线总重 (kg) | 电容器容量 (μF) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 570 | 0.18 | | 656 | 656 | 0.19 | | 1 |
| 800 | 0.16 | | 800 | 800 | 0.15 | | 1 |

# 第六节　电容运转4极16槽单相电动机同心式绕组展开分解图及技术参数

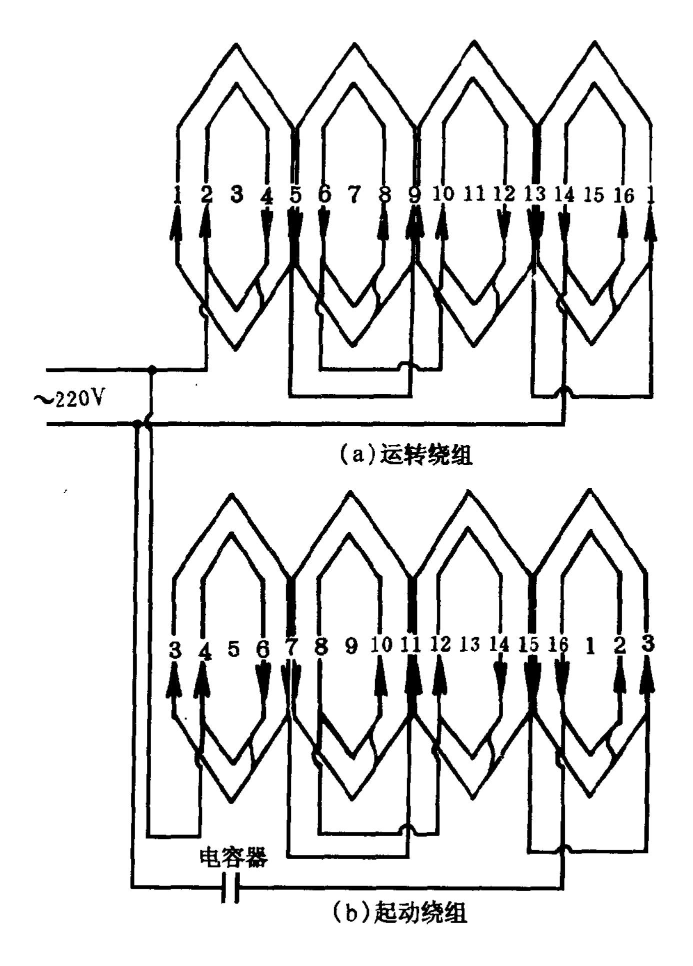



图9–8　电容运转4极16槽单相电动机绕组展开分解图

## 表 9–8　4 极 16 槽单相电动机铁芯、绕组技术参数

| 型号 | 功率（W） | 电流（A） | 额定转速 r/min | 定子铁芯 | | | | 运转绕组 | | | | | 起动绕组 | | | | | 电容器容量（μF） |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | 外径（mm） | 内径（mm） | 长度（mm） | 槽数 | 第一线把匝数 从小线把开始 | 第二线把匝数 | 每极相组匝数 | 导线直径（mm） | 导线重量（kg） | 每一线把匝数 从小线把开始 | 第二线把匝数 | 每极相组匝数 | 导线直径（mm） | 导线总重（kg） | |
| JX06A-4 | 25 | 0.45 | 1450 | 84 | 11 | 45 | 16 | 206 | 206 | 412 | 0.23 | | 206 | 206 | 412 | 0.23 | | 2.5 |
| JX06B-4 | 15 | 0.25 | 1450 | 84 | 11 | 35 | 16 | 300 | 300 | 600 | 0.20 | | 300 | 300 | 600 | 0.20 | | 1.5 |

# 第七节　电容运转 4 极 24 槽单相电动机同心式绕组展开分解图及技术参数

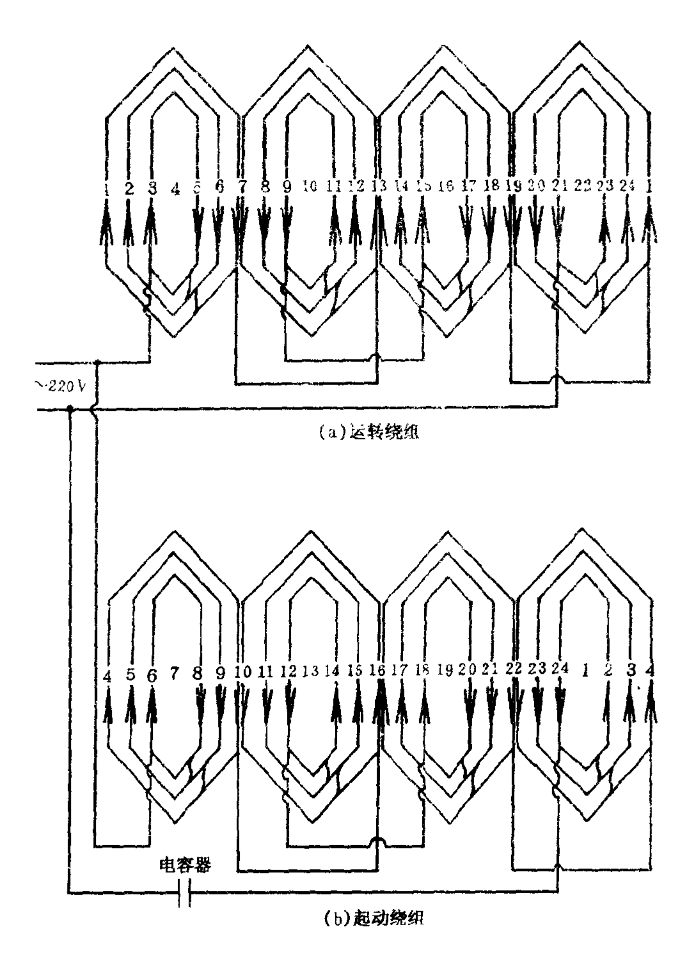



图 9–9　电容运转 4 极 24 槽单相电动机绕组展开分解图

## 表 9–9　4 极 24 槽单相电动机铁芯、绕组技术参数

| 型号 | 功率 (W) | 电流 (A) | 额定转速 r/min | 定子铁芯 外径 (mm) | 定子铁芯 内径 (mm) | 定子铁芯 长度 (mm) | 定子铁芯 槽数 | 运转绕组 第一线把匝数 从小线把开始 | 运转绕组 第二线把匝数 | 运转绕组 第三线把匝数 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| JX5624 | 90 | 1.00 | 1450 | 90 | 52 | 48 | 24 | 85 | 148 | 85 |
| JX5614 | 60 | 0.80 | 1450 | 90 | 52 | 40 | 24 | 103 | 180 | 103 |
| DO5614 | 40 | 0.72 | 1450 | 80 | 52 | 40 | 24 | 103 | 180 | 103 |
| DO5624 | 60 | 0.97 | 1450 | 80 | 52 | 48 | 24 | 85 | 148 | 85 |
| $DO_{2}6314$ | 90 | 0.94 | 1450 | 96 | 58 | 45 | 24 | 81 | 140 | 81 |
| $DO_{2}6324$ | 120 | 1.17 | 1450 | 96 | 58 | 54 | 24 | 69 | 121 | 69 |
| $DO_{2}7114$ | 180 | 1.58 | 1450 | 110 | 67 | 50 | 24 | 55 | 95 | 55 |

| 运转绕组 每极相组匝数 | 运转绕组 导线直径 (mm) | 起动绕组 第一线把匝数 从小线把开始 | 起动绕组 第二线把匝数 | 起动绕组 第三线把匝数 | 起动绕组 每极相组匝数 | 起动绕组 导线直径 (mm) | 电容器容量 (μF) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 318 | 0.31 | 150 | 259 | 150 | 559 | 0.29 | 4 |
| 386 | 0.29 | 135 | 233 | 135 | 503 | 0.27 | 4 |
| 386 | 0.29 | 134 | 234 | 135 | 503 | 0.27 | 4 |
| 318 | 0.31 | 150 | 259 | 150 | 559 | 0.29 | 4 |
| 302 | 0.35 | 100 | 174 | 100 | 374 | 0.31 | 4 |
| 259 | 0.40 | 98 | 169 | 98 | 365 | 0.31 | 4 |
| 205 | 0.42 | 85 | 155 | 85 | 325 | 0.32 | 6 |

# 第十章　洗衣机用单相电动机绕组展开分解图及技术参数

洗衣机用单相电动机采用电容运转单相电动机，其结构一般为开启式、自冷式。洗衣机电动机型号分 XDC、JXX、XD 型。其绕组展开分解图如图 10-2、图 10-3 所示。下线、接线参照第七章第一、二节的内容，浸漆、烘干、试车参照第十二章内容。

图 10-2 所示的绕组展开分解图，实际应用于表 10-2 所示的 8 种型号洗衣机单相电动机中，这 8 种单相电动机技术参数如表 10-2 所示。

图 10-3 所示的绕组展开分解图，实际应用于表 10-3 所示的 10 种型号洗衣机单相电动机中，这 10 种单相电动机技术参照如表 10-3 所示，修理时供参考。

## 第一节　4 极 24 槽运转、起动绕组节距分别是 1-4、1-6 同心式绕组展开分解图及技术参数

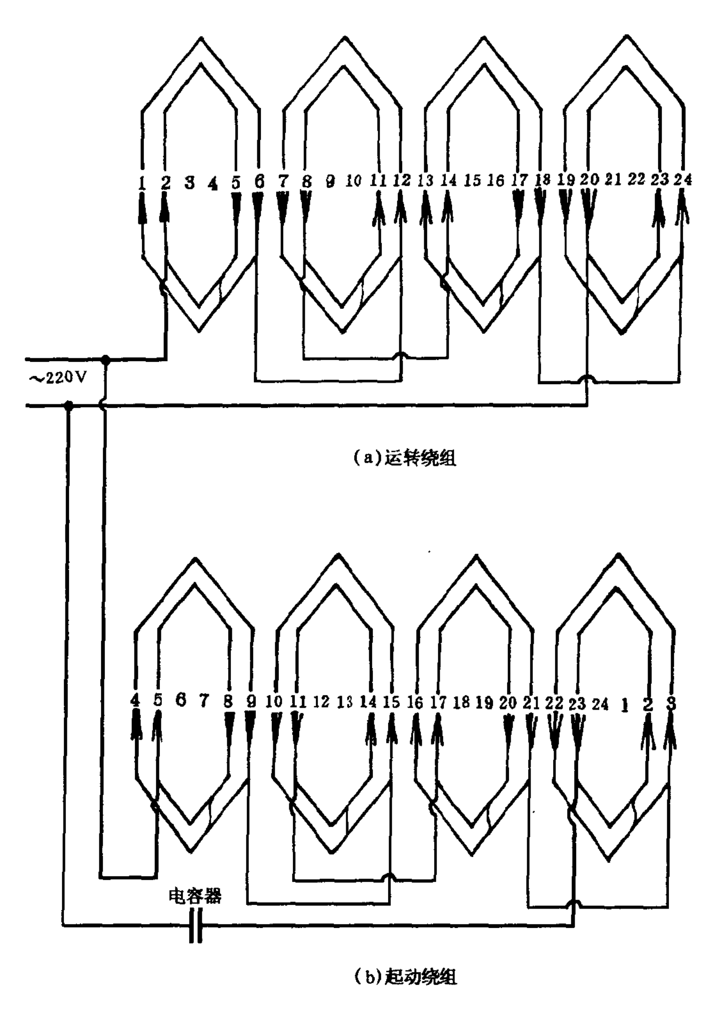



图 10-1　电容运转 4 极 24 槽单相电动机绕组展开分解图

## 表 10–1 4 极 24 槽洗衣机单相电动机铁芯、绕组技术参数

| 型号 | 功率 (W) | 电流 (A) | 额定转速 (r/min) | 定子铁芯 外径 (mm) | 内径 (mm) | 长度 (mm) | 槽数 | 运转绕组 第一线把匝数 从小线把开始 | 第二线把匝数 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| XDC-X-2 | 85 | | 1400 | 方形 | 68 | 39 | 24 | 80 | 170 |
| XDC-T-2 | 20 | | 1400 | 101×101 | 68 | 19 | 24 | 150 | 310 |
| XD-90 | 90 | | 1400 | 方形 | 80 | 30 | 24 | 110 | 220 |
| XD-120 | 90 | | 1400 | 120×120 | 70 | 35 | 24 | 118 | 161 |
| XD-180 | 180 | | 1400 | | 70 | 45 | 24 | 80 | 160 |
| XD-250 | 250 | | 1400 | | 70 | 60 | 24 | 69 | 96 |
| XD-90 | 90 | | 1400 | 方形 | 65 | 35 | 24 | 100 | 200 |
| XD-120 | 120 | | 1400 | 107×107 | 65 | 35 | 24 | 88 | 176 |

| 运转绕组 每极相组匝数 | 导线直径 (mm) | 导线重量 (kg) | 起动绕组 第一线把匝数 从小线把开始 | 第二线把匝数 | 每极相组匝数 | 导线直径 (mm) | 导线重量 (kg) | 电容器容量 (μF) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 250 | 0.58 | | 80 | 170 | 250 | 0.35 | | 8 |
| 460 | 0.25 | | 225 | 455 | 680 | 0.19 | | 3 |
| 330 | 0.42 | | 110 | 220 | 330 | 0.42 | | 6 |
| 279 | 0.45 | | 118 | 161 | 279 | 0.45 | | 10 |
| 240 | 0.53 | | 80 | 160 | 240 | 0.53 | | 12 |
| 165 | 0.56 | | 69 | 96 | 165 | 0.56 | | 16 |
| 30[illegible] | 0.38 | | 100 | 200 | 390 | 0.38 | | 8 |
| 264 | 0.46 | | 88 | 176 | 264 | 0.41 | | 10 |

## 第二节　4 极 24 槽运转、起动绕组节距分别是 1-5、1-7 同心式绕组展开分解图及技术参数

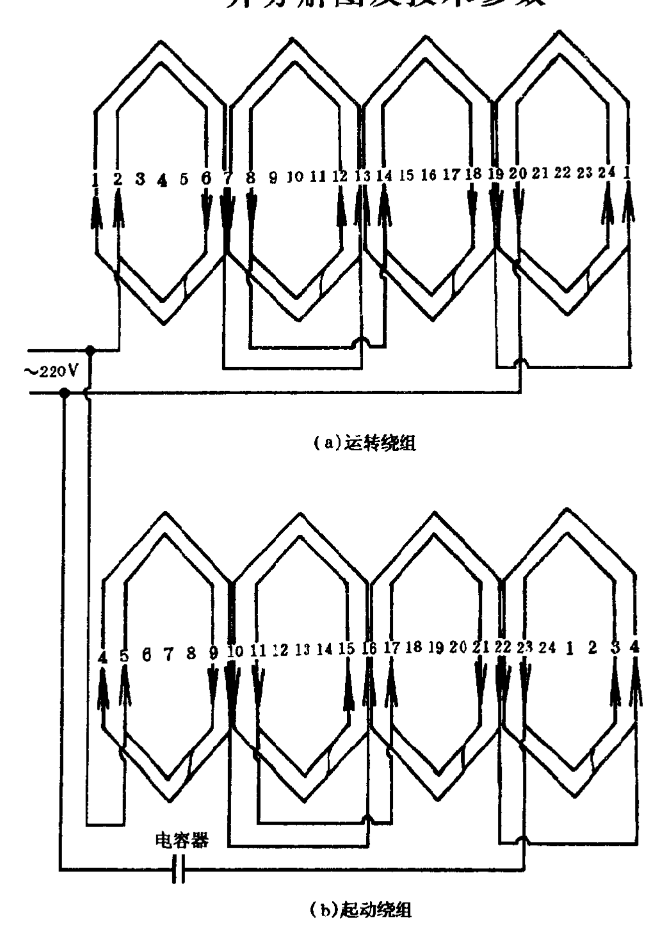



图 10-2　电容运转 4 极 24 槽单相电动机绕组展开分解图

## 表 10-2　4 极 24 槽单相电动机铁芯、绕组技术参数

| 型号 | 功率 (W) | 电流 (A) | 额定转速 r/min | 定子铁芯 外径 (mm) | 定子铁芯 内径 (mm) | 定子铁芯 长度 (mm) | 定子铁芯 槽数 | 运转绕组 第一线把匝数(从小线把开始) | 运转绕组 第二线把匝数 | 运转绕组 每极相组匝数 | 运转绕组 导线直径 (mm) | 运转绕组 导线重量 (kg) | 起动绕组 第一线把匝数(从小线开始) | 起动绕组 第二线把匝数 | 起动绕组 每极相组匝数 | 起动绕组 导线直径 (mm) | 起动绕组 导线重量 (kg) | 电容器容量 (μF) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| JXX-903 | 90 | 0.88 | 1450 | 方形 124×124 | 80 | 25 | 24 | 98 | 198 | 296 | 0.41 | | 98 | 198 | 296 | 0.41 | 8 | 8 |
| XDL-90 | 90 | 0.88 | 1450 | 107 | 68 | 34 | 24 | 98 | 198 | 296 | 0.35 | | 98 | 198 | 296 | 0.35 | 8 | 8 |
| XDS-90 | 90 | 0.88 | 1450 | 107 | 68 | 34 | 24 | 84 | 169 | 253 | 0.35 | | 84 | 169 | 213 | 0.35 | 8 | 8 |
| XDL-120 | 120 | 1.10 | 1450 | 107 | 68 | 40 | 24 | 84 | 169 | 253 | 0.38 | | 84 | 169 | 253 | 0.38 | 9 | 9 |
| XDS-120 | 120 | 1.10 | 1450 | 107 | 68 | 40 | 24 | 84 | 169 | 195 | 0.38 | | 65 | 130 | 195 | 0.38 | 9 | 9 |
| XDS-120 | 120 | 1.10 | 1450 | 107 | 68 | 40 | 24 | 65 | 130 | 195 | 0.45 | | 65 | 130 | 195 | 0.45 | 12 | 12 |
| XDL-180 | 180 | 1.54 | 1450 | 107 | 68 | 50 | 24 | 65 | 130 | 195 | 0.45 | | 65 | 130 | 195 | 0.45 | 12 | 12 |
| XDS-180 | 180 | 1.54 | 1450 | 107 | 68 | 50 | 24 | 65 | 130 | 156 | 0.50 | | 52 | 104 | 156 | 0.50 | 16 | 16 |
| XDL-250 | 250 | 12.00 | 1450 | 107 | 68 | 62 | 24 | 52 | 104 | 156 | 0.50 | | 52 | 104 | 156 | 0.50 | 16 | 16 |
| XDL-250 | 250 | 2.00 | 1450 | 107 | 68 | 62 | 24 | 52 | 104 | | | | | | | | | |

# 第十一章　电风扇单相电动机

## 第一节　电风扇单相电动机的种类

电扇是人们生活中常用的家用电器之一。常见的有台扇、落地扇、壁扇、台地两用扇、吊扇、箱形扇、换气扇、微风扇、排油烟扇等。电扇的种类虽然很多，但作为电扇用的电动机种类不很多，见表 11-1。

**表 11-1　电风扇电动机的种类及其特点**

| 种　　类 | 特　　　点 |
|---|---|
| 罩极式单相电动机 | 电动机结构简单，转子为鼠笼式，定子上有一组主绕组，一组短路铜环作副绕组即罩极绕组。绕组绕、嵌、接线方便。缺点是电动机起动力矩小，功耗较大 |
| 电容分相运转式单相电动机 | 电动机绕、嵌线较罩极式复杂，转子为鼠笼式。定子有两组绕组，一组为主绕组，绕组匝数较少，线径较粗；另一组为副绕组，即分相绕组，匝数多，线径细，与外接电容器串接起分相的作用。特点是电动机起动力矩较大，功耗比罩极式电动机小。 |

在 30 年代至 50 年代，一般台扇、仪表扇、排气扇、吊扇等采用罩极式电动机的比较多。国内现阶段的电扇，多数采用电容式，其结构如图 11-1 所示。

70 年代在国内出现一种新型转面式电风扇(也称之为鸿运扇、箱形扇)，它有一个主电动机和一个转面电动机，但没有摇头机构。风的方向由转面电动机拖动的转面角度加以

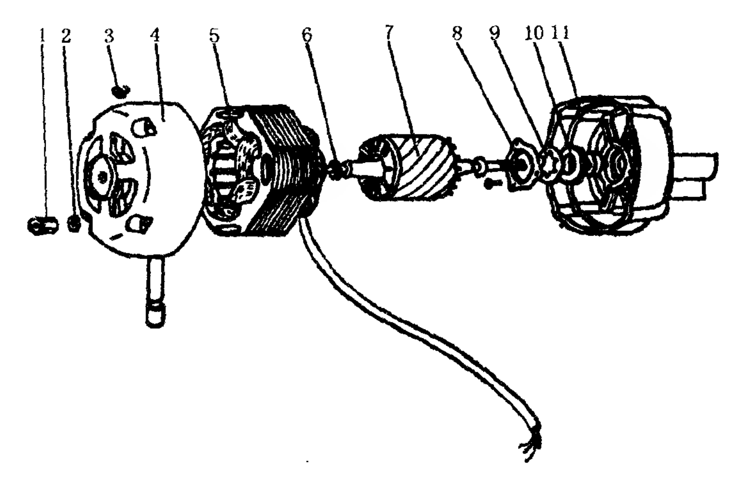



图 11-1 电容式台扇电动机结构图

1、2、3-垫圈、螺帽；4-前端盖；5-定子；6-耐磨垫圈；7-转子；8-轴承盖；9-轴承弹簧；10 油毡圈；11-后轴盖

控制。也有转面不利用电动机拖动而利用风力推动结构的。转页式电风扇结构如图 11-3 所示。

为了简化结构，通常吊扇的定子安放在内，而转子在外，如图 11-2 所示。其余的电扇如台扇、落地扇等定子在外，转子在内。18 极 36 槽吊扇定子绕组展开分解图如图 11-4 所示，其下线方法参照第七章第二节和第三节内容。

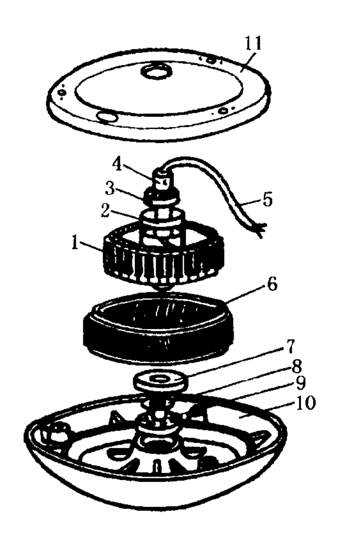



图 11－2 电容式吊扇电动机结构图

| | |
|---|---|
| 1－内吸铁; | 2－档油罩; |
| 3－滚珠轴承; | 4－电动机引线端; |
| 5 引出线; | 6 外吸铁; |
| 7－档油罩; | 8－弹簧片; |
| 9－滚珠轴承; | 10－下端盖; |

11－上端盖

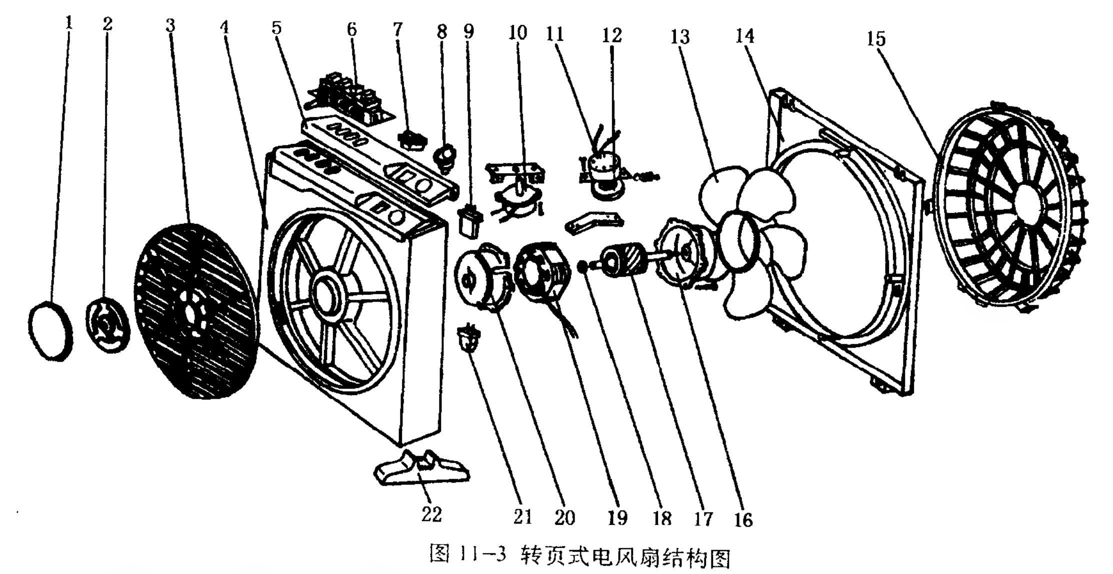



图 11—3 转页式电风扇结构图

1. 装饰件、2. 转页衬圈、3. 转页轮、4. 前框架；5. 开关罩；6. 琴键开关；7. 转页电机开关；8. 定时开关钮；9. 电容器；10. 定时开关；11. 转页微电机；12. 橡皮轮；13. 风叶；14. 前盖；15. 网罩；16. 后盖；17. 转子；18. 轴承构件；19. 定子；20. 前盖，21. 跌倒开关；22. 底脚

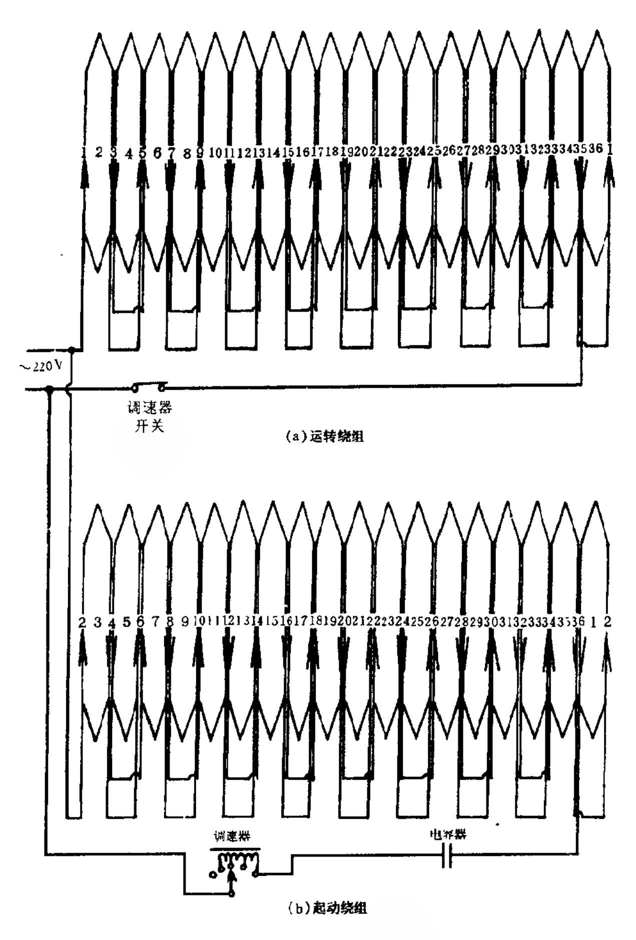



图 11-4 单相 18 极 36 槽吊扇绕组展开分解图

## 第二节　电风扇电动机的技术数据

近年来国内电扇生产发展较快，各地厂家生产牌号众

多，现摘要介绍如下产品的技术数据。

## 一、交流电扇电动机的绕组数据

交流单相电扇电动机的绕组数据见表11-2。单相轴流风扇电动机及转页扇电动机绕组数据见表11-3。

## 表 11-2 交流单相电扇电动机绕组数据

| 产品规格及型号 | 极数/电压(V) | 定子铁芯长度(mm)/槽数 | 绕组 | | 线把个数 | | | 电容器 电压(V)/容量(μF) | 线模尺寸(mm) 长×宽/厚 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 主绕组线径(mm)/匝数 | 副绕组线径(mm)/匝数 | 主相 | 副相 | 调速相 | | |
| 200/230 毫米 $DW_1$-79 台扇 | 4/200 | 28/8 | 0.17/840 | 8.15/1160 调 0.15/680 | 4 | 2 | 2 | 400/1 | 40×30/5.5 |
| 250 毫米 QB-64 台扇 | 4/220 | 20/8 | 0.17/935 | 0.15/1020 | 4 | 4 | | 500/1 | 35×34/4.5 |
| 300 毫米 QB-62 台扇 | 4/200 | 26/8 | 0.17/780 | 0.19/620 | 4 | 4 | | 400/1.5 | 41×34/4.5 |
| 350 毫米 QB-61 台扇 | 4/200 | 26/8 | 0.21/590 | 0.19/780 | 4 | 4 | | 400/1 | 41×34/4.5 |
| 400 毫米 QB-61 台扇 | 4/220 | 26/8 | 0.23/580 | 0.21/730 | 4 | 4 | | 400/1 | 41×34/4.5 |
| 300 毫米 QB-64 台扇 | 4/200 | 26/8 | 0.17/634 | 0.19/620 | 4 | 4 | | 400/1.5 | 41×34/4.5 |
| 350 毫米 QB-64 台扇 | 4/200 | 32/8 | 0.23/560 | 0.19/700 | 4 | 4 | | 400/1 2 | 47×34/4.5 |
| 400 毫米 QB-64 台扇 | 4/200 | 32/8 | 0.23/530 | 0.17/890 | 4 | 4 | | 400/1.2 | 47×34/4.5 |
| 400 毫米 QB-76 台扇 | 4/220 | 32/8 | 0.23/520 | 0.17/1000 调 0.19/560 | 4 | 2 | 2 | 400/1.5 | 47×34/4.5 |

续表

| 产品规格及型号 | 极数/电压(V) | 定子铁芯长度(mm)/槽数 | 绕组 | | 线把个数 | | | 电容器电压(V)/容量(μF) | 线模尺寸(mm) 长×宽/厚 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 主绕组线径(mm)/匝数 | 副绕组线径(mm)/匝数 | 主相 | 副相 | 调速相 | | |
| 300 毫米 DQ-63 台扇 | 4/220 | 30/16 | 0.17/796 | 0.13/1275 | 4 | 4 | | 500/0.8 | 32×42/5.5 |
| 350 毫米 DQ-63 台扇 | 4/220 | 34/16 | 0.23/555 | 0.15/955 | 4 | 4 | | 400/1 | 32×46/5.5 |
| 400 毫米 DQ-63 台扇 | 4/220 | 34/16 | 0.23/555 | 0.15/955 | 4 | 4 | | 400/1 | 32×46/5.5 |
| 900 毫米 36CC-48 吊扇 | 14/220 | 26/28 | 0.295/300 | 0.295/330 | 14 | 14 | | 400/2.5 | 26×35/12 |
| 1050 毫米 42CC-48 吊扇 | 14/220 | 32/28 | 0.295/300 | 0.295/330 | 14 | 14 | | 400/3 | 26×42/12 |
| 1400 毫米 CC-54 吊扇 | 18/220 | 32/36 | 0.315/200 | 0.315/225 | 18 | 18 | | 400/4 | 22×42/11 |
| 1400 毫米 CC-46 吊扇 | 18/220 | 38/36 | 0.315/210 | 0.295/250 | 18 | 18 | | 400/4 | 22×49/11 |
| 1200 毫米 $DD_2$-64 吊扇 | 18/220 | 25/36 | 0.27/328 | 0.25/280 | 18 | 18 | | 400/2 | 21.5×43/11 二端 R14 |

续表

| 产品规格及型号 | 极数/电压(V) | 定子铁芯长度(mm)/槽数 | 绕组：主绕组线径(mm)/匝数 | 绕组：副绕组线径(mm)/匝数 | 线把个数：主相 | 线把个数：副相 | 线把个数：调速相 | 电容器 电压(V)/容量(μF) | 线模尺寸(mm) 长×宽/厚 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1400 毫米 $DD_2$–64 吊扇 | 18/220 | 25/36 | 0.27/280 | 0.25/328 | 18 | 18 | | 400/2 | 21.5×43/11 二端 R14 |
| 150 毫米 BY 仪表扇 | 2/220 | 25/2 | 0.15/1500 | | 2 | | | | 24×30/7 |
| 180 毫米 1861 微型台扇 | 2/220 | 32/2 | 0.15/1175 | | 2 | | | | 24×37/7 |
| 200 毫米 2062 摇头台扇 | 2/220 | 32/2 | 0.19/1050 | | 2 | | | | 30×42/7 |
| 200 毫米 $BW_1$ 摇头台扇 | 2/220 | 32/2 | 主$_1$ 0.19/1 75 | 0.19/925+250 | 2 | | | | 30×42/7 |
| 200 毫米 $BW_2$ 摇头台扇 | 2/220 | 26/2 | 主$_1$ 0.19/1350 | 主$_2$ 0.19/825+500 | 2 | | | | 34×34/7 |
| [illegible]30 毫米 $BW_2$ 摇头台扇 | 2/220 | 32/2 | 主$_1$ 0.21/1100 | 主$_2$ 0.21/810+290 | 2 | | | | 34×40/7 |
| 毫米 $BW_2$ 摇头台扇 | ?/220 | 38/2 | 主$_2$ 0.23/700+290 | 主$_1$ 0.23/990 | 2 | | | | 34×46/7 |

续表

| 产品规格及型号 | 极数/电压(V) | 定子铁芯长度(mm)/槽数 | 绕组 | | 线把个数 | | | 电容器电压(V)/容量(μF) | 线模尺寸(mm) 长×宽/厚 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 主绕组线径(mm)/匝数 | 副绕组线径(mm)/匝数 | 主相 | 副相 | 调速相 | | |
| 300 毫米 12AD-61 台扇 | 4/220 | 26/4 | 0.25/390 | | 4 | | | | 33×24/9 |
| 300 毫米 12AD-49 台扇 | 4/220 | 32/4 | 0.28/480 | | 4 | | | | |
| 300 毫米 12BQ-62 台扇 | 4/220 | 32/4 | 0.27/510 | | 4 | | | | 27×40/6 |
| 400 毫米 16AD-50 台扇 | 4/220 | 38/4 | 0.417/420 | 采用包线圈 | 4 | | | | 44×39/14.5 |
| 400 毫米 16AD-61 台扇 | 4/220 | 38/4 | 0.376/420 | | 4 | | | | 44×39/14.5 |
| 400 毫米 16AL-54 台扇 | 6/220 | 38/6 | 0.417/360 | | 6 | | | | 46×26/12 |
| 400 毫米 16BQ-64 台扇 | 4/200 | 32/4 | 0.475/450 | | 4 | | | | 31×40/10 |
| 900 毫米 36AC-48 吊扇 | 14/220 | 38/14 | 0.475/185 | 线直接绕于磁极 | 14 | | | | |
| 1050 毫米 42AC | 14/220 | 51/14 | 0.51/155 | 线直接绕于磁极 | 14 | | | | |

**续表**

| 产品规格及型号 | 极数/电压(V) | 定子铁芯长度(mm)/槽数 | 绕组 | | 线把个数 | | | 电容器电压(V)/容量(μF) | 线模尺寸(mm) 长×宽 厚 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 主绕组线径(mm)/匝数 | 副绕组线径(mm)/匝数 | 主相 | 副相 | 调速相 | | |
| 400 毫米 56AC-51 吊扇 | 12/220 | 32/14 | 0.55/240 | 采用包线圈 | 12 | | | | |
| 16AE 排气风扇 | 220 | | 0.29/460 | | | | | | |
| 16AL 风扇 | 6/220 | | 0.27/360 | | | | | | |
| 400FA3-6 排气扇 | 4/220 | $L53\varphi58$/16 | 0.35/240 | 0.35/330 | 线把节距 1-4 | | | 400/4 | |
| 400AF 排气扇 | 4/220 | $L36\varphi60$/24 | 0.33/260 | 0.33/260 | | | | 400/4 | 青岛 72×32×8<br>100×60×8 |
| 500FA4-7 排气扇 | 6/220 | $l40\varphi72$/24 | 0.29/295 | 0.23/510 | 主 1-4<br>副 1-5 | | | 400/2 | 广州 62×35×8<br>62×31×8 |
| 500FA 排气扇 | 4/220 | $L56\varphi72$/24 | 0.47/105 | 0.35/170 | 1-6 | | | 500/6 | 天津 42×40×8 |

## 表 11-3 单相轴流风扇电动机及转页扇电动机绕组数据

| 产品规格及型号 | 极数 / 电压／频率 | 定子铁芯 长度(mm) / 槽数 | 主绕组 线径(mm) / 匝数 | 副绕组 线径(mm) / 匝数 | 线把个数 | | 其他 | 备注 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | 主相数 | 副相数 | | |
| 400 毫米轴流式通风扇 | 6 / 220／50 | 55 / 24 | φ0.38 / 205 | φ0.38 / 205 | 12 | 12 | 倒顺转 | 配用电容器 6μ 400V |
| 400 毫米轴流式通风扇 | 6 / 220／50 | 55 / 24 | φ0.38 / 205 | φ0.27 / 415 | 12 | 12 | 单向转 | 配用电容器 2.5μF 400V |
| 400 毫米轴流式通风扇 | 6 / 220／60 | 55 / 24 | φ0.38 / 205 | φ0.38 / 205 | 12 | 12 | 单双向转 | 配用电容器 6μF 400V |
| 300 毫米转页扇 | 4 / 220V／50 | 20 / 16 | φ0.18 / 880 | φ0.18 / 880 | 4 | 4 | 单向转 | |
| 50TYS-JB-01 ▲转页扇微电机 | 12 / 220V／3W | 磁钢 φ23×8 强度＞90mT | φ0.03－0.05 / (1.1－1.25)×$10^4$ | 出轴转速 6r／min | | | 线架尺寸 φ26×10 双向转 | 转矩 (N·cm) 15 |
| 50TYS-JB-02 ▲转页扇微电机 | 12 / 220V／3W | 磁钢 φ23×8 强度＞90mT | φ0.03－0.05 / (1.1－1.25)×$10^4$ | 出轴转速 33r／min | | | 线架尺寸 φ26×10 双向转 | 转矩 (牛 N·cm) 8 |
| M12.5917 ▲转页扇微电机 | 12 / 220～240V／3W | 磁钢 φ23×8 强度＞90mT | φ0.03－0.05 / 1.25×$10^4$ | 出轴转速 33r／min | | | 双向转 | 转矩 (N·cm) 6 |

注：1. 有▲标记为参考数据．2. mT 是毫特斯拉(磁场强度)。

## 表 11-4 华生牌罩极式电扇调速器绕组数据

| 适用电扇型号及类似规格 | D21 硅钢片<br>铁芯舌宽(mm)<br>片 形 | 输入电压(V)<br>核验电流(A) | 绕组编号 | 绕组数据<br>线径(mm)<br>匝 数 |
|---|---|---|---|---|
| 300 毫米 12BQ-63 台扇 | 19<br>方片 | | $E_1$ | 0.25<br>500+ 200<br>$L_1$ [illegible] |
| 12AD-49(同 300 毫米 12AD-49 台扇) | 19<br>方片 | | $E_1$ | 0.32<br>600+ 200<br>$L_1$ $L_2$ |
| 300 毫米 BQ-60 台扇 | | 58<br>0.23 - 0.24 | $E_1$ | 0.27<br>250+ 100<br>$L_1$ $L_2$ |
| 300 毫米 BQ-63 台扇 | 19<br>方片 | 46<br>0.235 - 0.265 | $E_4$ | ⊗ 0.27<br>544+ 100 // 53+ 200<br>$L_1$ $L_2$ $L_3$ $L_4$ |
| 400 毫米 16AD-50 台扇 | 19<br>方片 | | $E_1$ | 0.345<br>230+ 100<br>$L_1$ $L_2$ |
| 400 毫米 16AD-61 台扇 | 19<br>方片 | | $E_1$ | 0.345<br>230+ 100<br>$L_1$ $L_2$ |

续表

| 适用电扇型号及类似规格 | D21 硅钢片<br>铁心舌宽(mm)<br>片形 | 输入电压(V)<br>核验电流(A) | 绕组<br>编号 | 绕组数据<br>绕径(mm)<br>匝数 |
|---|---|---|---|---|
| 400 毫米 16AL–54 台扇 | $\frac{19}{方片}$ | | $E_1$ | $\frac{0.38}{450+150}$<br>$L_1$ $L_2$ |
| 400 毫米 16BQ–64 台扇 | $\frac{19}{方片}$ | $\frac{46}{0.5-0.51}$ | $E_1$ | $\frac{0.47}{380+70}$<br>$L_1$ $L_2$ |
| 400 毫米 16BQ–65 台扇 | $\frac{19}{方片}$ | $\frac{46}{0.55-0.62}$ | $F_4$ | ⊗ $\frac{0.417}{250+100\quad 40+130}$<br>$L_1$ $L_2$ $L_3$ $L_4$ |
| 900 毫米 36AC–48 吊扇 | $\frac{19}{方片}$ | | $E_2$ | $\frac{0.417}{600+150+100+100}$<br>$L_1$ $L_2$ $L_3$ $L_4$ |
| 900 毫米 BD 吊扇 | $\frac{19}{方片}$ | $\frac{84}{0.325-0.355}$ | $E_7$ | $\frac{0.38}{250+100+100+100+100+100}$<br>$L_1$ $L_2$ $L_3$ $L_4$ $L_5$ $L_6$ |

注：表中绕组数据 栏中有“ // ”符号的，表示内外二组绕组二层绝缘隔开，输入电压一般是在调速绕组的首尾二端（不包括指示灯绕组在内），绕组 $L_1$~$L_?$ 线头接线排列见图 12–21. ⊗表示有指示灯绕组。

## 表 11–5 华生牌电容式电扇调速器绕组数据

| 适用电扇型号及类似规格 | D21 硅钢片 铁心舌宽(mm) / 片形 | 输入电压(V) / 核验电流(A) | 绕组编号 | 绕组数据 绕径(mm) / 匝数 |
|---|---|---|---|---|
| 300 毫米 QB–62 台扇 | 19× 17 / 方片 | 157 / 0.145– 0.16 | $E_1$ | 0.17 / 1750+ 200<br>$L_1$ $L_2$ |
| 350 毫米 QB–61 台扇 | 19× 19 / 方片 | 1.06 / 0.15– 0.16 | $E_1$ | 0.23 / 850+ 150<br>$L_1$ $L_2$ |
| 400 毫米 QB–61 台扇 | 19× 19 / 方片 | 110 / 0.185– 0.195 | $E_1$ | 0.23 / 800+ 200<br>$L_1$ $L_2$ |
| 250 毫米 QB–64 台扇 | 19× 17 / 方片 | 133 / 0.083– 0.097 | $E_1$ | 0.17 / 1600+ 200<br>$L_1$ $L_2$ |
| 250 毫米 QB–64 台扇 | 19× 17 / 方片 | 142 / 0.06 0.065 | $E_2$ | ⊗ 0.17 / 1550+ 250 // 72+ 600<br>$L_1$ $L_2$ $L_3$ $L_4$ |

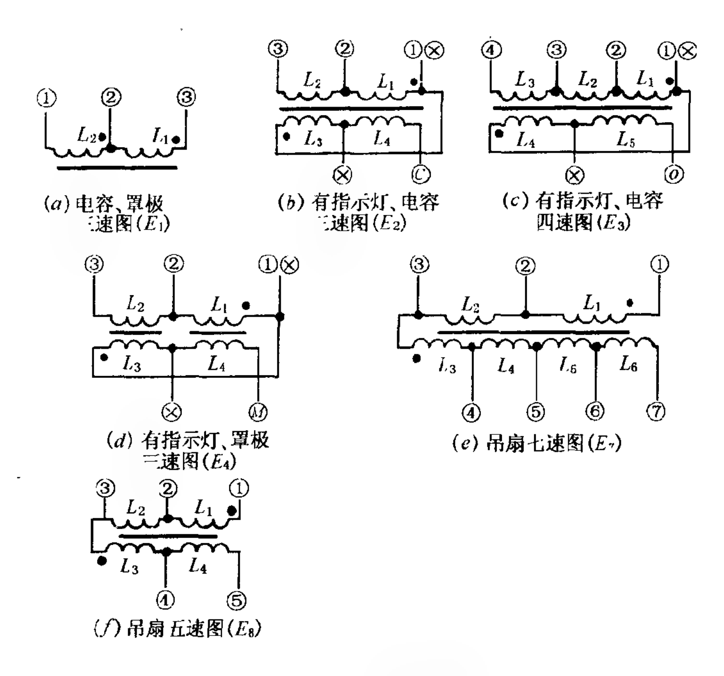
续表

| 适用电扇型号及类似规格 | D21 硅钢片铁心舌宽(mm)/片形 | 输入电压(V)/核验电流(A) | 绕组编号 | 绕组数据 绕径(mm)/匝数 |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 400 毫米 DQ-63 台扇 | 19×19/方片 | 93/0.25-0.27 | $E_2$ | ⊗ 0.23/600+250//45+520<br>$L_1$ $L_2$ $L_3$ $L_4$ |
| 1200 毫米 $DD_2$-64 吊扇 | 19×19/方片 | 94/0.29-0.30 | $E_7$ | 0.27/250+130+100+100+100+100<br>$L_1$ $L_2$ $L_3$ $L_4$ $L_5$ $L_6$ |
| 1400 毫米 $DD_2$-64 吊扇 | 19×19/方片 | 106/0.27-0.285 | $E_7$ | 0.27/380+120+110+100+100+100<br>$L_1$ $L_2$ $L_3$ $L_4$ $L_5$ $L_6$ |
| 1400 毫米 56CC-54 吊扇 | 19×19/方片 | | $E_8$ | 0.31/500+150+150+100<br>$L_1$ $L_2$ $L_3$ $L_4$ |
| 1050 毫米 42CC-48 吊扇 | 19×19/方片 | | $E_1$ | 0.32/1000+300<br>$L_1$ $L_2$ |
| 1500 毫米 60CC-36 吊扇 | 19×19/方片 | | $E_8$ | 0.36/500+200+200+150<br>$L_1$ $L_2$ $L_3$ $L_4$ |

注. 表中有⊗者，系带指示灯电扇。

## 二、常用调速器线头编号及接线图

调速器绕组分有指示灯和指示灯两种。而有指示灯的又分为感应式和自耦分压式，如图 11–5 所示。



(*a*) 电容、罩极三速图($E_1$)
(*b*) 有指示灯、电容三速图($E_2$)
(*c*) 有指示灯、电容四速图($E_3$)
(*d*) 有指示灯、罩极三速图($E_4$)
(*e*) 吊扇七速图($E_7$)
(*f*) 吊扇五速图($E_8$)

图 11–5 调速器绕组接线圈

注：图中Ⓒ 表示接电容；⊗接指示灯；Ⓜ 接罩极式电动机；• 表示起端线。

# 第三节　电扇电动机常见故障及处理方法

电扇电动机的常见故障及处理办法如表 11-6 所示。

**表 11-6 交流电动机的常见故障及处理**

| 故障 | 原因及处理办法 |
| --- | --- |
| 通电后不转或时转时不转 | 电源线接错,电器部件接触不良,绕组电路中某一部位断开或接触不良.机械转动部位卡住 |
| 通电后第一档正常, 其他档速度慢(与原来正常情况相比) | (1) 机械转动部分阻力大,有尘埃,长期失油<br>(2)负载增大,如风叶漆层太厚或角度过大 |
| 通电后起动慢 | (1) 轴与轴孔松,机壳配合止口松或不同心(定转子气隙不均)<br>(2) 电容量变小<br>(3) 装配过紧、轴不直<br>(4)主、副绕组中有短路或有断路处 |
| 快档转速慢,并有嗡嗡声 | (1) 定子气隙不均<br>(2) 内吸铁(转子)不同心或断排<br>(3) 绕组内有短接<br>(4) 机件固定不紧,吸铁片松等,造成嗡嗡声 |
| 通电后不起动,但可按手捻动方向旋转 | (1) 副相电路中(包括电容器)有断路处<br>(2)罩极式电动机的罩极线圈焊接不好或脱焊 |
| 电动机绕组全部发热(指超过额定温升) | (1) 绝缘老化<br>(2) 定转子转动时扫膛<br>(3) 更换绕绕组时,数据不正确<br>(4) 使用电压不符合电动机要求<br>(5) 通风道阻塞、散热差<br>(6) 负载不匹配 |

续表

| 故　　障 | 原因及处理方法 |
| --- | --- |
| 人接触电动机外壳金属部分时,有麻电感觉(属分布电容性,并且电动机绝缘符合标准的情况下) | 正常的泄漏电流造成外壳带电,用兆欧表测量绝缘电阻时符合要求,而用电笔测时发红光,解决的办法是将金属外壳妥善接地(按规定合格的家电产品其泄漏电流应小于 0.3mA),如属受潮应烘干除潮 |
| 电动机调速器<br>(1) 无快慢速度变化<br>(2) 快、中档速度无明显变化.慢档速度正常 | (1) 电扇电动机的速度调整主要是靠调速器的感抗压降作用,无快慢速度变化主要是调速器的绕组内部有局部或大部分短接,以及开关分档接线或分路有短接所致<br>(2) 快中速无变化现象就是因绕组中快慢的线端排列有错误,可将快与慢的变速接头对换一下 |
| 电动机如果设计为采用电动机的绕组抽头进行调速<br>(1) 快档好,慢档有噪声<br>(2)部分调速不好 | (1)这种结构,在使用时发现快档好,慢档噪声大,可调换轴承或调整装配气隙;如果仍旧不行,在中、慢档应改用增装调速器来变速<br>(2) 这种结构在使用时,只有一档能运转,其他档不能运转,其原因多数是接触不好,或部分绕组和引线断开 |
| 机壳漏电(绝缘电阻低于 2MΩ) | (1) 电动机绕组绝缘经 500V 兆欧表测量后,发现其值低于 2MΩ,应检查原因.如受潮应烘干,排除故障后再使用<br>(2) 如绝缘损坏,需找出损坏处并予以排除 |

# 第十二章　更换绕组后的工作

## 第一节　整形

将单相电动机绕组按原电动机绕组接线方法接好后，就要对绕组的两个端部进行整形。整形的目的是使绕组两端部严紧整齐，便于浸漆烤干成一体。整形后要求定子铁芯两端绕组呈喇叭口形，绕组外部不能碰机壳，绕组上端不能碰端盖，绕组内部不能与转子和转子风扇相碰。

整形前要测量绕组与机壳的绝缘电阻，测每相绕组之间的电阻，测量方法见本章第二节。测出某相与机壳短路，此种故障发生在槽口处绝缘纸破裂，导线与外壳相碰；测出起动绕组与运转绕组之间发生短路，此故障多发生在相与相之间导线绝缘层破坏或受潮，相间绝缘纸没垫好。检查出故障要彻底排除。

当证实整个绕组与机壳绝缘良好，相与相绝缘良好，就可以开始整形了。整形时将电动机定子垂直放在地上，地与定子之间垫上纸板之类垫物，也可将定子外壳垫起来，但不能让绕组挨地。工作人员站在定子旁边，用垫板撬插进绕组与机壳之间（垫板自己制做，不要太薄也不要太厚），左手拿着打板放在垫板处的绕组里面（挨着绕组），右手用铁榔头敲打打板的平面进行整形，如图 12-1 所示。将绕组敲打成既薄又紧贴在一起。整形好一处就将垫板向左或往右移动一个或两个垫板的距离，继续用榔头敲打打板，注意绕组外面的垫板要垫得实着，如果整形时发现垫板薄了，要在垫板与机壳之间垫些垫物。打板与垫板必须在绕组里外同一位

置，如果打板离垫板远了，敲打打板空了会使绕组变形，破坏槽绝缘纸而造成短路故障。一边整形一边检查相间绝缘纸是否垫好，没垫好处或经整形绝缘纸移位时，需垫好相间绝缘纸后再进行整形。整形从某处开始向左或向右转一周，将一端整好后用万用表测绕组与机壳的绝缘电阻，如发现短路故障，证明该端整形后，槽绝缘纸破裂，导线与铁芯相碰，应查出故障发生处，重新垫好绝缘纸，直到经测量证明绝缘良好为止。再将定子翻过来，对另一端进行整形。

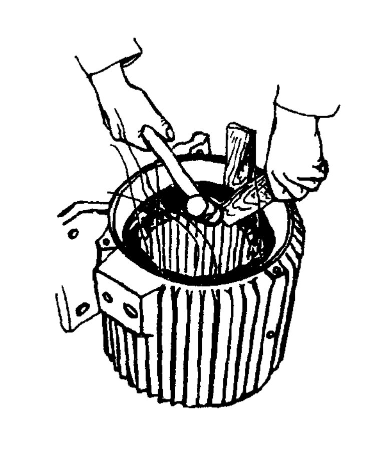


图 12-1 整形

整形后的最后标准是把绕组两端的端部整出原来形状。要使绕组整出原来的形状，必须线把与原电动机一般大，要在拆电动机时细心测量线把的尺寸，绕组时按原尺寸绕制线把。也应测出绕组端部的高度，如开始下几把线后发现绕组的端部比原绕组的端部高出太多，或低得太多，证明线把比原线把过大或过小。如果线把太小，整形时最容易使端绝缘纸破裂，造成绕组与地短路；线把太大既浪费导线又容易与端盖相碰造成短路，发现这些现象应把线把拆出来重新绕制。

为了防止线头松动，造成短路故障，绕组整好形后，应把每根引出线都套上套管。

绕组另一端整完形后要测绕组与机壳之间的绝缘电阻，

发现短路故障证明是该端造成的，应及时排除，只有证实绝缘良好，方可准备浸漆与烘干。

## 第二节　绕组的浸漆与烘干

电动机浸漆的目的是提高绕组的绝缘强度，使绕组更耐热、耐震动、耐腐蚀。同时也提高了绕组的导热性和机械强度。常用的绝缘漆列在表 12--1 中。

**表 12--1 常用的绝缘漆**

| 名　　称 | 型 号 | 颜 色 | 漆膜干燥条件 | 耐热等级 |
|---|---|---|---|---|
| 沥青漆 | 1010 | 黑 | 105℃ 6小时 | A E |
| | 1011 | | 105℃ 3小时 | |
| 耐油清漆 | 1012 | 黄 褐 | 150℃ 2小时 | A |
| 三聚氰铵醇酸树脂漆 | 1032 | 黄 褐 | 150℃ 2小时 | B |
| 醇酸清漆 | 1030 | 黄 褐 | 150℃ 2小时 | B |
| 丁基酚醛漆 | 1031 | 黄 褐 | 150℃ 2小时 | B |
| 环氧脂漆 | 1033 | 黄 褐 | 150℃ 2小时 | B |

过去电动机多用 1010 号黑色沥青漆，现在多用的是 1032 号三聚氰铵醇酸树脂漆和 1012 号耐油清漆。

定子绕组浸漆分三步进行：预热、浸漆和烘干。

预热和烘干的目是使电动机定子绕组达到规定温度。达到烘干定子内部水份和烤干绝缘漆的目的的方法有外加热法和通电加热法。

外加热法：将定子铁芯垂直立起来，在定子外壳下面垫上报纸或纸板，在定子铁芯内放一小块砖头，将 200W 灯泡

放入定子铁芯内的小砖头上（注意灯泡不要挨着绕组），定子上面盖上纸板，见图 12-2。红外线灯泡烘干法也采用这种方法。有条件可使用烘干箱或自制简易烘干箱。不论采用什么办法烘干，一定要保持温度适当，绕组各部分受热均匀，避免绕组各部分受热不均匀，防止绕组局部被烤焦，甚至发生燃烧现象。

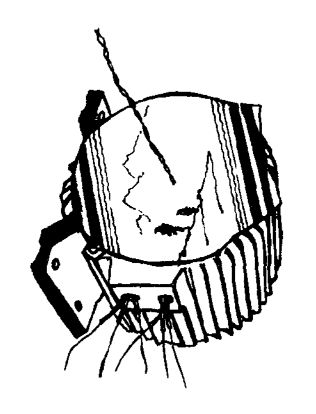


图 12-2 用灯泡加热烘干法

通电加热法：对起动线圈起动的电动机，将运转绕组接好直接通 220 伏单相交流电源；对电容起动、电阻起动、电容运转式电动机，需将电容器离心开关短路，使运转绕组与起动绕组并联，按正常接电源线的方法直接通入 220 伏单相交流电，进行自发热烘干。使用通电加热法，接通电源后，人不能离开，当发现过热要及时切断电源，待温度下降后再接通电源。通断电时间操作者要灵活掌握。

浸漆前绕组要先经过预热，预热的目的是去掉定子铁芯内及绕组中的潮气，使绕组达到一定温度，浸漆更全面。预热时间根据采用的预热方法而定，要使定子内部温度达到 110℃左右，一般持续半小时即可，等温度下降 60–70℃左右即可浸漆，定子内温度过高或过低都会影响浸漆的质量。

浸漆的方法是将经过预热后的定子浸在漆桶中，15 分钟后，不再见有气泡冒出来为止。一般非厂家修理电动机可用简易浸漆法。具体方法是：将电动机定子垂直放着，拿掉

预热时用的灯泡和定子端盖上的纸板。用漆瓶子转圈向绕组上慢而均匀地浇漆，特别是槽口处要用刷子或小棍儿沾漆涂抹周到，见图 12–3。第一次浇漆不要浇得太多，太多了流掉造成浪费，要求均匀地浇到定子绕组上端，绕组下端有轻微滴掉为浇好。然后按着预热加温的方法进行烘干。

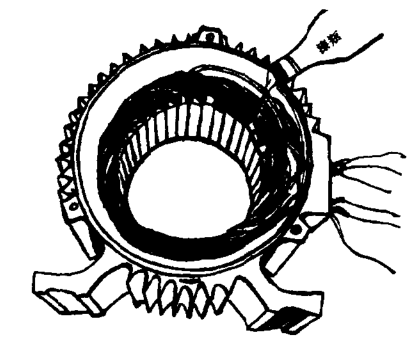


图 12–3 简易浇漆法

不管采用外加热法或通电加热法烘干，一定要使定子铁芯内温度达到 110–120℃。2–3 小时后，将定子调个方向，按第一次浇漆的方法对该端面绕组浇漆，浇均匀后继续烘干，就这样反复浇漆 2–3 次，烘干 15–20 小时后，用兆欧表测量机壳与绕组之间的绝缘电阻。当绝缘电阻值稳定后就说明绕组被烘干了。如没有兆欧表用万用表测也可以，用量程 RX 档或 R×10K 档测量定子绕组与外壳绝缘电阻时表针不动或微微动，证明绕组已烘干。浇漆时绕组进漆很慢，靠经验观察是烤到不沾手为烘干。在浸漆烘干过程中要注意防火，更要避免明火。

## 第三节　电动机的组装

定子绕组烘干后，就需组装电动机。在组装电动机之前，要测一遍绕组与机壳的绝缘电阻，不要麻痹大意。电动机没有组装时，测出故障容易排除，待电动机组装好后，测出故障还得把电动机拆开才能排除故障。如测量后证明绕组

绝缘良好，再检查轴承是否良好，按第五章第二节检查轴承的方法检查轴承，发现轴承不能用，要换上同型号新轴承，轴承能用而发现轴承室内脏或油少，要按第五章第二节所述清洗轴承室，换上新润滑油。轴承检查完后要检查定子外壳是否有裂缝，转子轴是否弯曲，端盖是否有损坏处。当检查各部件都良好，就可开始组装。

组装电动机的过程与拆电动机过程相反，如图 2-1 所示。第一步安装转子，不能使转子碰破定子绕组。将前端盖上的固定螺丝拧牢固。测绕组与机壳绝缘电阻，电阻为零证明绕组与前端盖短路，卸下前端盖，将短路进行整理或垫上绝缘纸，直到绝缘良好为止。第二步安装后端盖，在安装后端盖之前，要检查后轴承内盖是否安上（注意后轴承盖不要装反）。用三根一尺多长的直径 1.35 毫米以上的漆包线分别穿进轴承内盖的三个螺丝孔中，折弯成小钩，钩住轴承内盖，一手拿着后端盖，一手将三根引线分别穿过后端盖固定轴承的螺丝孔中，将后端盖对正装在机壳上，拧紧固定螺丝。测绕组与机壳的绝缘电阻，电阻为零，证明绕组与后端盖短路，卸下后端盖排除故障后，再安上后端盖，再经测量，直至绝缘良好方可进行下一步的组装。第三步慢慢用力拉三根引线，把轴承内盖拉到原位，将后轴承外盖穿在三根引线上，安在原位上，拔下一根引线拧上一个轴承固定螺丝（注意不要拧得太紧），拔下第二根引线，拧上第二个轴承固定螺丝，再拔掉最后一根引线，拧上最后一个轴承固定螺丝。然后分别拧紧三个轴承的固定螺丝。第四步安装好风扇和风扇罩。

组装或拆卸电动机最好用死扳手和套管扳手旋动六角头螺丝，禁止用扳口大的扳手和钳子旋动螺丝，以免造成下次

拆装的困难。组装过程缺少螺丝要配齐，不能随意少用螺丝。电动机组装后要用手转动电动机轴或皮带轮；运转灵活没有异常响声或摩擦声，再测量绕组与外壳绝缘良好，为电动机组装完毕。

## 第四节　电动机的试车

电动机组装好后（或是长期不用的电动机）准备交付使用，必须通过试车才能正式投入运行。

### 一、试车前的检查

1. 测量电动机绕组与机壳之间是否绝缘良好。

2. 检查电动机内部和外部有无杂物，清除各部分的灰尘。

3. 用手转动电动机轴和皮带轮，检查转子是否转动灵活，如果有卡住和摩擦现象则要加以排除。

4. 对长期不用的电动机要检查其润滑油是否已经变质或干涸，根据情况加以补充或更换。

5. 电动机试车前必须接好地线。对接有地线的电动机，要检查地线是否接触良好。

6. 不管是新修的电动机还是闲置着的电动机，试车时要空转不能加带负荷。

### 二、电动机起动步骤和试车方法

新修复的电动机（或长期不用的电动机）经过上面的检查准备之后，应按照下列的步骤进行起动试车。

1. 用万用表测试电源电压是否达到 220 伏。

2. 检查保险丝是否合乎规定，接触是否良好。

3. 导线与电动机接线端、电源开关等处连接要接触牢

固。电动机接线盒盖、开关设备的防护盖都要安装好。

4. 合闸前要注意电动机周围是否有人或其它东西，清除附近的杂物，提醒在场人员注意。

5. 合闸起动时操作人员要眼看电动机，耳听声响，发现电动机不转或者转动时发出强烈的震动和噪声，有冒火、冒烟现象，应立即切断电源。只有等到电动机正常起动、正常运行 1 分钟左右后，才可离开操作位置。

6. 同一台电动机不能连续多次起动，因较大的起动电流会使电动机绕组严重发热，一般连续起动的次数不宜超过 2–3 次。

7. 可用卡钳式电流表来测量电动机起动电流和运转电流。

8. 用手测试运转中电动机壳上的温度时，要手心向上手背挨电机外壳，先快速触摸一下，证实机壳不带电再用手背挨着机壳测一会儿温度。注意，不管修什么或接触什么带电的电器设备，都要先用手背试一下电器外壳，因为若外壳带电，人体触电后手心的筋向一起抽，就可使手脱离电源；如果手心摸外壳，情况就不同了，手心有电流通过，筋要抽缩，手不由自主抓住了外壳部位，这样人体就无法脱离电源了。

9. 电动机空转试车合格后，可加带原负荷试车，在加带负荷前要验证电动机转向是否与要求相符，不符应切断电源，拆电动机，重新改接线，经验证电动机实际转向与要求相符后才能加带负荷试车。在电动机运转时需测电机温度、起动电流、工作电流；听声音。如一切正常，可让生产机械开始工作。在证实生产机械效率达到要求后还需测量电动机在额定电压下工作时的起动电流、工作电流、温升是否符合

电动机技术要求，如符合要求，则证明电动机修好，可交付使用。

## 第五节　电动机绝缘与接地

### 一、电动机的绝缘电阻

为了保证电动机安全可靠地工作，电动机定子绕组与机座之间以及与起动、运转绕组之间应该有良好的绝缘电阻。对于新修复的电动机或长时间搁置后再投入运行的电动机，在通电试车之前一定要测二相绕组与地、二相绕组之间的绝缘电阻。

对于工作电压是220伏的电动机，当电动机的工作温度处于正常时，绕组与机壳的电阻规定不能小于0.38兆欧。由于绝缘电阻随着温度的上升而急速下降，当电动机的温度等于室温时，它的绝缘电阻应该大于0.38兆欧十几倍，一般规定在室温情况下绕组与机壳之间的绝缘电阻应大于5兆欧。

如果电动机绝缘电阻过低，就不能通电试车，要检查绕组绝缘是否损坏或者是否受潮，再根据具体情况加以修理或烘干，最好上一遍绝缘漆，待绕组烘干后再测绕组绝缘电阻，绝缘电阻符合标准后才能安装试车。

万用表测量绕组不精确，但在无兆欧表的情况下也可以使用万用表粗略测量，使用万用表R×10k档测量绕组与机壳之间电阻时，表针不动或微动为绝缘电阻良好。如果表针向电阻小的一方摆动很多，证明绕组绝缘电阻小，要经过烘干才能运行。如果表针指向“0Ω”，绕组与机壳之间短路，要进行检修，排除故障。

## 二、电动机的接地

即使原来绝缘良好的电动机，在使用过程中由于受潮、震动、发热等原因难免要造成绕组损坏、导线与机壳短路等故障，出现这种故障后，整个电动机及与机座相连接的所有金属机件都会带电，如果有人触及带电的金属部分就会触电。

为了防止触电，在电动机机壳上连接一根导线接到地里，当电动机外壳带电后，电流通过地线流人大地，与变压器形成回路，机壳与地表层没有电压（地干燥可能有微小电压），人触及电动机及与机壳连接的金属部件就不会发生触电事故，如果电动机短路严重，就会烧断保险丝提醒检修。

地线一端埋在（1 米以下）地下，一端接在电动机接线盒旁标有接地符号的螺丝上，但要保证接触牢固良好。为了保证地线机械强度， 地线截面铜导线最小不能小于 2.5 毫米$^2$，铝导线不能小于 4 毫米$^2$。在修理部试车时不要大意，有的修理部曾发生过试车触电事故。千万注意在安装电动机及通电试车之前一定要安装地线，在检查电动机工作情况时首先要检查地线是否被人拔掉，接线处是否松动。

# 第十三章　单相电动机的维修计算

## 第一节　单相异步电动机的重绕计算

### 一、主绕组计算

1. 测量定子铁芯内径 $D_1$(厘米)，长度 $L_1$(厘米)，槽形尺寸，记录定子槽数 $Z_1$，极数 $2p$。

2. 极距:

$$\tau = \frac{\pi D_1}{2p}$$

3. 每极磁通量:

$$\varphi = \alpha_\delta \beta_\delta \tau L_1 \times 10^{-4} (\mathrm{W_b})$$

式中 $\alpha_\delta$—极弧系数，其值为 0.6—0.7;

$\beta_\delta$—气隙磁通密度，特。$2p=2$，$\beta_\delta=0.35-0.5$; $2p=4$，$\beta_\delta=0.55-0.7$。对小功率、低噪声电动机取小值。

4. 串联总匝数:

$$W_m = \frac{E}{4.44 f \varphi K_w} (\text{匝})$$

式中 E — 绕组感应电势，伏。

通常 $E=\zeta U_N$，其中 $U_N$ 为外施电压，$\zeta=0.8-0.94$，功率小，极数多的电动机取小值;

$K_w$ — 绕组系数。

集中式绕组 $K_w=1$；单层绕组 $K_w=0.9$；正弦绕组 $K_w=0.78$。

5. 匝数分配(用于正弦绕组):

(1) 计算各同心线把的正弦值

$$\sin(x-x)=\sin\frac{Y(x-x)}{2}\times\frac{\pi}{\tau}$$

式中 $\sin(x-x)$ — 某一同心线把的正弦值;

$Y(x-x)$ — 该同心线把的节距;

$\pi$ — 每极相位差($\pi=180°$);

$\tau$ — 极距(槽)。

(2) 每极线把的总正弦值

$$\sum\sin(x-x)=\sin(x_1-x_1)+\sin(x_2-x_2)+\cdots\cdots+\sin(x_n-x_n)$$

(3) 各同心线把占每极相组匝数的百分数

$$n(x-x)=\frac{\sin(x-x)}{\sum\sin(x-x)}\times 100\%$$

6. 导线截面积

在单相电动机中，主绕组导线较粗，应根据主绕组来确定槽满率。

(1) 槽的有效面积

$$S_C'=KS_C(\text{mm}^2)$$

式中 $S_C$ — 槽的截面积，毫米$^2$。

$K$ — 槽内导体占空数，$K=0.5-0.6$。

(2) 导线截面积

$$S_m=\frac{S_e'}{N_m}$$

式中 $N_m$—主绕组每槽导线数，根。

对于主绕组占总槽数 2／3 的单叠绕组

$$N_m=\frac{2W_m}{\frac{2}{3}Z_1}=\frac{3W_m}{Z_1}$$

对于"正弦"绕组，$N_m$ 应取主绕组导线最多的那一槽来计算。若该槽中同时嵌有副绕组时，则在计算 $S_C'$ 时应减去绕组所占的面积，或相应降低 $K$ 值。

当电动机额定电流为已知，可按下式计算导线截面：

$$S_m=\frac{I_N}{j}\,(\text{mm}^2)$$

式中 $j$ — 电流密度，安／毫米$^2$。一般 $j$=4–7 安／毫米$^2$，2 极电动机取较小值。

$I_N$ — 电动机额定电流，安。

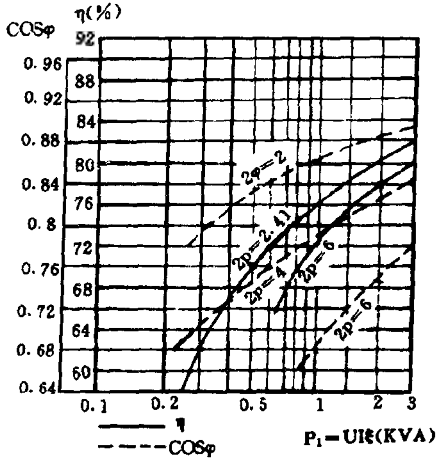



图 13–1 罩极式电动机 $\eta\cos\varphi$ 与 $p$ 的关系

7. 功率估算:

$$I_N = S_m j(\mathrm{A})$$

(2) 输出功率

$$P_N = U_N I_N \eta\cos\varphi(\mathrm{W})$$

式中 $\eta$ — 效率；可查图 13−1 或图 13−2。

$\cos\varphi$ — 功率因数，查图 13−1 或图 13−2。

$\eta$ 及 $\cos\varphi$ 分别由图 13−1 及图 13−2 查取。

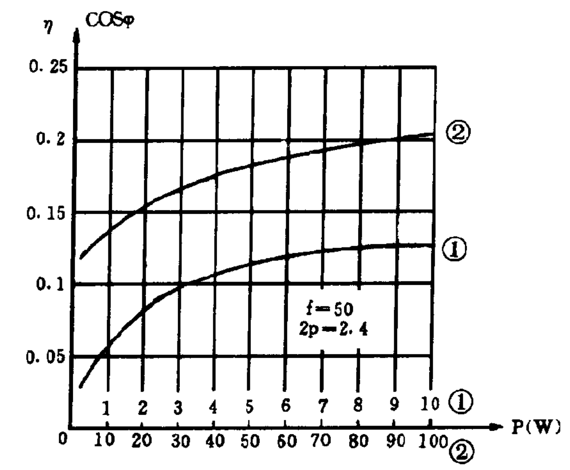



图 13−2 分相式、电容起动式电动机的 $\eta$ 及 $\cos\varphi$

## 二、副绕组计算

1. 分相式和电容起动式电动机，副绕组串联总匝数

$$W_n = (0.5\sim 0.7)W_m$$

导线截面积

$$S_n = (0.5\sim 0.25)S_m$$

2. 电容运转式电动机，串联总匝数

$$W_n = (1\sim 1.3)W_m$$

导线截面积与匝数成反比，即

$$S_n = \frac{S_m}{(1\sim 1.3)}$$

**三、电容值的确定**

电动机的电容值按下列经验公式确定：

1. 电容起动式：

$$C = (0.5\sim 0.8)P_N(\mu F)$$

式中 $P_N$ — 电动机功率，瓦。

2. 电容运转式：

$$C = 8j_n S_n(\mu F)$$

式中 $j_n$ — 副绕组电流密度，安／毫米$^2$。一般取 $j_n=5\sim 7$ 安／毫米$^2$。

按计算数据绕制的电动机，若起动性能不符合要求，可对电容量或副绕组进行调整。对电容式电动机，如起动转矩小，可增大电容器容量或减少副绕组匝数；若起动电流过大，可增加匝数并同时减小电容值；如电容器端电压过高，则应增大电容值或增加副绕组匝数。对分相式电动机，若起动转矩不足，可减少副绕组匝数；若起动电流过大，则增加匝数或将导线直径改小些。

## 第二节 计算实例

**[例 1]** 一台分相式电动机，定子铁芯内径 $D_1=5.7$ 厘

米．长度 $L_1=8$ 厘米，定子槽数 $Z_1=24$，$2p=2$，平底圆顶槽，尺寸如图 13-3 所示。试计算 220 伏时的单叠绕组数据。

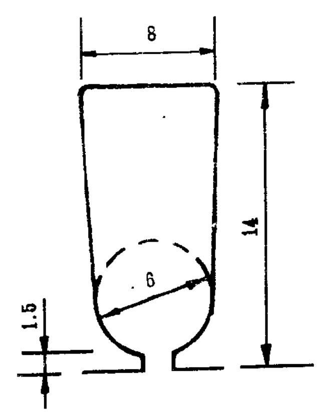



图 13-3 槽形尺寸

【解】

1、主绕组计算：

(1) 极距

$$\tau=\frac{\pi D_1}{2p}=\frac{3.14\times 5.7}{2}=8.95(\mathrm{cm})$$

(2) 每极磁通量取 $\alpha_\delta=0.64$，$\beta_\delta=0.45$ 特，则：

$$\Phi=\alpha_\delta\beta_\delta\tau L_1\times 10^{-4}=0.64\times 0.45\times 8.95\times 8\times 10^{-4}$$
$$=0.206\times 10^{-4}(\mathrm{W_b})$$

(3) 串联总匝数取 $\xi=0.82$，则：

$$W_{\cdot m}=\frac{E}{4.44f\varphi K_w}=\frac{220\times 0.82}{4.44\times 50\times 0.206\times 10^{-2}\times 0.9}$$

$= 438$(匝)

(4) 导线截面积

① 槽的有效面积

由图13－3得:

$$S_C = \frac{(8+6)}{2}[14-(1.5+0.5\times 6)]+\frac{3.14\times 6^2}{8}$$
$$= 80.6(\mathrm{mm}^2)$$

取 $K=0.53$,

则: $S_C' = 0.53\times 80.6 = 43(\mathrm{mm}^2)$

② 导线截面积

先求每槽导线数。设主绕组占总槽数的 2／3，则:

$$N_m = \frac{3W_m}{Z_1} = \frac{3\times 438}{24} = 55(\text{根})$$

即每个线把 55 匝，共 8 个线把。

导线截面积

$$S_m = \frac{S_c'}{N_m} = \frac{43}{55} = 0.72(\mathrm{mm}^2)$$

取相近公称截面为 0.785 毫米$^2$，得标称导线直径为 1.0 毫米。

(5) 功率估算

① 额定电流取 $j=5$ 安／毫米$^2$

则: $I_N = S_m j = 0.785\times 5 = 3.92(\mathrm{A})$

② 输入功率

$$P_1 = I_N U_N \xi\times 10^{-3} = 3.92\times 220\times 0.82\times 10^{-3}$$
$$= 0.7(\mathrm{kW})$$

查图 13–2 得：$\eta=74\%$，$\cos\varphi=0.85$，输出功率

$$P_N=U_N I_N \eta \cos\varphi=220\times 3.92\times 0.74\times 0.85$$
$$=542(\text{W})$$

2. 副绕组计算：

串联总匝数

$$W_n=0.7W_m=0.7\times 438=306(\text{匝})$$

导线截面积

$$S_n=0.25S_m=0.25\times 0.785=0.196(\text{mm}^2)$$

取相近公称截面 0.204 毫米$^2$，得线径为 0.51 毫米。

副绕组占 $\frac{Z_1}{3}=\frac{24}{3}=8$(槽)，每槽导线数 $=\frac{306\times 2}{8}$ $=76$(根)，即每个线把 76 匝，共 4 个线把。

**[例 2]** 一台电容起动式 4 极电动机，定子铁芯内径 $D_1=7.1$ 厘米，长度 $L_1=6.2$ 厘米，$Z_1=24$。试计算 220 伏时"正弦"绕组各同心线把的匝数。

**[解]**

1. 主绕组计算：

(1) 极距

$$\tau=\frac{\pi D_1}{2p}=\frac{3.14\times 7.1}{4}=5.57(\text{cm})$$

(2) 每极磁通

$$\Phi=\alpha_\delta \beta_\delta \tau L_1\times 10^{-4}=0.7\times 0.6\times 5.57\times 6.2\times 10^{-4}$$
$$=0.145\times 10^{-2}(\text{W}_\text{b})$$

(取 $\alpha_\delta=0.7$，$\beta_\delta=0.6$)

(3) 串联总匝数

$$W_m=\frac{\xi U_N}{4.44f\Phi K_w}=\frac{0.8\times 220}{4.44\times 50\times 0.145\times 10^{-2}\times 0.78}$$
$$=700(\text{匝})$$

(取 $\xi=0.8$)

(4) 匝数分配

① 每极相组匝数

$$W_{mp}=\frac{W_m}{2p}=\frac{700}{4}=175(\text{匝})$$

② 各同心线把的正弦值。

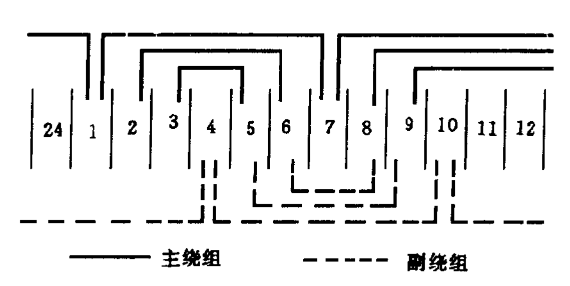



图 13–4 绕组布线示意图

主绕组采用图 13–4 所示的布线，每极由 1–3，1–5，1–7 三个同心线把组成。则：

$$\sin(3-5)=\sin\frac{Y(3-5)}{2}\cdot\frac{\pi}{\tau}=\sin\frac{2}{2}\times\frac{180^\circ}{6}=\sin 30^\circ$$
$$=0.5$$

$$\sin(2-6)=\sin\frac{4}{2}\times\frac{180^\circ}{6}=\sin 60^\circ=0.866$$

$$\sin(1-7)=\frac{1}{2}\sin\frac{6}{2}\times\frac{180^\circ}{6}=\frac{1}{2}\sin 90^\circ=0.5$$

③ 总正弦值

$$\sum\sin(x-x)=0.5+0.866+0.5=1.866$$

④ 各同心线把所占百分数

$$n(1-3)=\frac{\sin(1-3)}{\sum\sin(x-x)}\times 100\%$$

$$=\frac{0.5}{1.866}\times 100\%=26.8\%$$

$$n(1-5)=\frac{0.866}{1.866}\times 100\%=46.6\%$$

$$n(1-7)=\frac{0.5}{1.866}\times 100\%=26.8\%$$

⑤ 各同心线把匝数

$$W_m(1-3)=n(1-3)W_{mp}=\frac{26.8}{100}\times 175=47(\text{匝})$$

$$W_m(1-5)-\frac{46.4}{100}\times 175=81(\text{匝})$$

$$W_m(1-7)=\frac{26.8}{100}\times 175=47(\text{匝})$$

主绕组导线截面积的计算与单叠绕组相同，但要取导线最多的那一槽的 $N_m$ 来计算。

2. 副绕组的计算:

(1) 副绕组匝数

$$W_a=0.65W_m=0.65\times 700=455(\text{匝})$$

每极匝数

$$W_{np}=\frac{W_n}{2p}=\frac{455}{4}\approx 114(\text{匝})$$

(2) 各同心线把匝数。副绕组与主绕组布线相同（见图13-4)，各线把的正弦值及所占百分数亦与主绕组相同，故各同心线把的匝数为

$$W_n(1-3)=114\times\frac{26.8}{100}=30(\text{匝})$$

$$W_n(1-5)=114\times\frac{46.4}{100}=53(\text{匝})$$

$$W_n(1-7)=114\times\frac{26.8}{100}=30(\text{匝})$$

# 第十四章　电动机运行中的监视和定期维修保养

## 第一节　电动机的发热与冷却

电动机在运转过程中本身要发热。因为定子绕组和转子笼条都有一定的电阻，当有电流通过时，部分电能就变成了热能。除此以外，电动机定子铁芯中磁通的变化会引起铁芯发热，轴承内的摩擦使轴承发热。这些热量势必引起电动机的温度升高。

在电动机中，耐热最差的是绕组的绝缘材料，不同等级的绝缘材料，其允许的最高工作温度是不同的，电动机中常用绝缘材料分为四级。

第一级 Y 级绝缘。包括木材、纸、天然纤维的纺织品等等。允许最高工作温度是 90℃。

第二级 A 级绝缘。包括用绝缘漆处理过的 Y 级绝缘材料，普通漆包线的绝缘，油性沥青漆的绝缘，油性沥青漆等等。允许最高工作温度是 105℃。

第三级 E 级绝缘。聚脂薄膜（一种人造材料，透明的薄膜，厚度有 0.06−0.1 毫米）与 A 级绝缘材料的复合物，玻璃布，高强度漆包线（型号 QQ）的绝缘，油性树脂漆等。允许最高工作温度是 120℃。

第四级 B 级绝缘。包括聚脂薄膜，经过适当处理的云母、玻璃纤维、石棉、聚脂漆包线（型号 QI）的绝缘，聚脂绝缘等材料。允许最高温度是 130℃。

以上提到各种绝缘材料的允许最高工作温度，并不意味

着超过这个温度绝缘材料马上就会损坏；而是表明在不超过允许的最高温度以下工作，绝缘材料的寿命长，可达 20 年以上。如果工作温度超过允许的最高温度，则绝缘材料加速老化，变质变脆，缩短电动机寿命。工作温度每超过允许最高温度 8–10℃。电动机绝缘寿命就缩短一半。

电动机的发热情况往往用电动机温度与周围环境温度之差来表示（称为"温升"）。这国规定的标准环境温度（电动机周围的气温）是 40℃，电动机的温升就是根据这个标准环境温度而标出的。比如，电动机的绝缘为 E 级材料，温升允许最高温度 120℃，减去标准环境温度 40℃，等于 80℃。电动机制造厂在电动机发出的功率不超过额定容量的条件下，电动机的温升不超过规定的允许值。

有的电动机铭牌标有绝缘等级、比如绝缘等级 A；有的电动机铭牌上却标有温升，比如温升 65℃。这两种表示方法的意义是相同的，它们都说明：电动机内部所采用的绝缘材料的允许最高温度将比周围的空气温度高出 65℃。

从上面的叙述中可以发现，如果周围的气温是 40℃时、电动机达到额定功率，电动机内部的最高温度恰好等于绝缘材料所允许的最高温度。如果周围温度超过 40℃，而电动机仍然运行在额定功率，则电动机过热，内部的温度超过允许的最高值。所以电动机的工作地点应该通风良好，避免日晒和火烤，保持周围气温不超过 40℃。如果周围的气温无法降到 40℃以下，为了保证电动机不过热，电动机运行时的功率应该降低，因为降低功率就等于减少了电动机本身的发热。当环境温度高于 40℃时，电动机功率的减少可如表 14–1 所示。与此相反，如果环境温度低于标准温度 40℃，电动机的运行功率可以增加一些。表 14–1 中列出了

环境温度低于40℃，电动机功率可增加的百分数。但周围温度低于30℃时，电动机功率的增加也不能超过80%，因为功率的增加还要受到其它因素的限制。

**表14-1 不同环境温度下电动机功率的增减**

| 环境温度（℃） | 30 | 35 | 40 | 45 | 50 | 55 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 电动机功率增减（%） | +8 | +5 | 0 | −5 | −12.5 | −25 |

电动机的冷却，不但决定于周围空气的温度，而且还决定于周围空气流动的情况。电动机在转子两端装有风扇，内风扇起到加快电动机内部空气的流动，使各处温度趋向均匀的作用，以免电动机内部绕组发热严重，温度过高而烧坏绕组。对于防护式电动机，风扇加强了电动机内部和外部的空气对流，让外部的冷空气经过电机内部带走大量的热。封闭式电动机内部的风扇和风罩，在冷却电动机方面起到很大作用，当电动机运转时，风扇的风由风罩汇集起来，顺着机座上的散热片吹出，起到良好的散热作用。

不要忽视风扇和风罩的作用，有风冷却和无风冷却的效果有很大差别。不要随意地拆掉电动机风扇罩和风扇，如有损坏，要及时修理配齐。

## 第二节 电动机正常运行时的监视

### 一、电动机的周围要保持清洁干燥，通风良好

在多尘条件下工作的电动机，其外部的灰尘要经常打扫，否则会影响电动机的散热；在多雨季节里，要防止电动机被水淹没；在夏天时，电动机应避免直接受到日晒。

对电动机各部分温度要经常加以监视。用温度计测量正常运行的电动机的各部分温度时，不要超过下面的规定：

定子内部的温升（即定子内部的温度比周围温度高出的数值）不要超过电动机铭牌规定数值减去 15℃。如果没有温升的规定，那么对于 A 级绝缘的电动机，其定子内部的温升不要超过 50℃，E 级绝缘电动机不超过 65℃，B 级绝缘 75℃。无论是什么绝缘等级的电动机，其轴承温度不得超过 95℃。

温度的测量要采用酒精温度计（玻璃泡在红色液体），不要采用水银温度计。因为电动机中的磁场会在水银中感应电流，致使测量结果不准确。

当测量定子内部温度时，要用铝箔（香烟盒内的银白色薄片就可以）把温度计下部的玻璃泡包上，再把电动机的吊环拧下来，把温度计的下部塞入吊环孔内，尽量使铝箔充满温度计与吊环孔之间的空隙，以增加传热的面积。吊环孔的出口再用棉花堵严。经一段时间，发现温度计的读数不再升高，就可记录下来，减去周围环境温度后就可获得电动机定子内部的温升。因为温度计不可能测出定子内部最热点的温度，所以采用温度计测量的温升要比铭牌上的规定的低一点，一般可以估计为低 15℃。

也可采用简单的办法来粗略地判断电动机的温度。把手背紧挨在电动机机座的散热片上，如要能长时间地保持接触而不感到很烫，则说明散热片上的温度不超过 60℃；如果手与散热片接触 5 分钟左右就觉得不能忍受，说明散热片的温度已超过 65℃了。由于散热片在机座的最外边，又有风不断地吹过，它的温度与定子内部的温度要相差 30–40℃。所以当散热片温度超过 60℃时，说明电动机内部温度已很

高了，这时也可在电动机外壳上的两条散热片之间滴上几滴水，若水发出嗞嗞的声音，则可断定电动机内部已经过热了。

测电动机轴承的温度可用手接触轴承处，如手感觉稍有些热为正常，如果感觉很烫，说明轴承部分已有故障。当用手去接触轴承盖时，要注意防止触及电动机与生产机械的转动部分，最好先停车再检查轴承的温度。如果发现电动机内部和轴承过热，要停止运行，检查原因。

## 二、要注意电动机的声响、震动和气味等情况

除了经常监视电动机的电流和温度，随时注意电动机发出的声响也是很重要的。正常电动机的转动发出轻微的“嗡嗡”声，另外还可以听到风扇扇动空气的“呼呼”声，如果电动机发出的“嗡嗡”声突然增大，电动机的震动也激烈起来，就说明电动机发生了故障，要停车加以检查。

有时，并没有觉得整个电动机发热，但是由于定子与转子在一块面积上相摩擦或者绕组发生短路等原因，电动机局部范围的温度已经很高。在这种情况下，由于电动机定子绕组上漆烤得很热，会发出一种特殊的气味，严重时闻到焦糊的气味，并可看到有细微的烟从电动机内部冒出。只要留心，这些现象也是很容易发现的。及时发现并及时停电检查修理，可防止故障扩大。

## 三、注意观察电动机拖动机械设备的运转情况

电动机运转的目的是拖运机械设备工作，所以要随时了解机械的运转情况。一旦机械运转不正常，就要立即停车检修。如果在一段较长的时间内不需要机械设备工作，则应该停机，否则电动机带着机械设备空转，即浪费电能，又会增加设备的磨损。

# 第三节　电动机的定期保养

没有故障的电动机经过一段时间的运行后，也要进行维修保养。定期维修保养可安排在电动机比较空闲的时候来进行，一年左右对电动机要进行一次比较彻底的检修保养，检修应包括如下内容:

1. 把电动机全部拆开，清除内部的灰尘和油污。当电动机定子绕组甩上润滑油时，可用布蘸少量汽油擦掉，不能用铁片等尖锐东西去刮。

2. 测量定子绕组的绝缘电阻，应不低于规定的要求，否则要检查原因，加以修理或进行烘干。同时，要对定子绕组进行外观检查，良好的绝缘应该有光泽，有一定的弹性、不发脆。如发现定子绕组绝缘的颜色变深，有点发脆，但绕组的绝缘电阻还不很低，可在定子绕组上一遍绝缘漆，进行烘干。

3. 清洗轴承和更换新油，并检查轴承的磨损情况。进行这项工作，不必把轴承从电动机轴上取下来，只要把轴承放在盛有汽油的容器上面用刷子刷净即可。用毛刷刷轴承时，不要一边转动轴承一边刷，因为刷子上的毛很容易扎进滚珠之间。洗刷轴承时如油太脏，可换一次清油再刷洗。洗完后，要用净布擦干净，并检查轴承是否转动灵活，有无异常声响，有无磨损，如证明轴承完好时，要加入清洁的新润滑脂。一般电动机可采用钠基润滑脂（代号为 ZN）或钙钠基润滑脂（代号为 ZGN)。润滑脂添的不要太多，充满轴承室与轴承盖空腔的 1／2–2／3 即可。转速高的电动机可少添一些；转速低的电动机可多加一些。润滑脂一定要干净，在添加时要用干净的器具，不能带入泥土、砂粒或其它

杂质，否则将严重影响轴承的寿命。

4、检查电动机接线盒中的接线端子，及各处导线的接头等。如发现有烧坏、碰伤或腐蚀等情况则要更换或修理。

## 第四节　电动机的保管

经过检修以后的电动机，如果暂时不用或者长期不用、要加以妥善的保管。

电动机要放在干燥清洁的场所，不要直接放在泥土地上，要防止电动机受雨淋和日晒。电动机各处的螺丝，轴上的键、风扇罩、风扇等零件，最好都装在电动机上或者固定在电动机的某些部位上（比如可用胶布把键固定在轴上的键槽内），不要乱堆放，以免丢失。在电动机轴上可涂一些润滑脂，防止生锈。

# 附录1　河北省遵化市电动机维修技校邮购项目简介

经过几年的努力，已过渡到以书为媒介，广交读者，形成一个以技校为龙头，以读者为营销员，跨地区营销网络，现将四大经营项目介绍如上，欢迎长期合作：

**一、邮购科技书**

本人以松柏为笔名，意在信仰松伯精神，光明磊落作人，实实在在干事，出版了《三相电动机修理自学指导》、《单相电动机修理自学指导》、《电动机技术数据全集》科技书和小说《警惕》，与杨福柱（长期自制电焊机出售）合作出版《电焊机修理自学指导》；与孟庆来（中频炉修理工）合作出版《中频炉维修自学指导》，正在与衡水电机厂（主要生产多速电动机）工程师合作编写《多速电动机修理自学指导》、与电动工具专业修理师傅合作编写《电动工具修理自学指导》、与遵化市潜水泵厂技术厂长合作编写《潜水泵修理自学指导》，这些书都注重实践，易学易懂，欢迎邮购。

**二、邮购工具项目**

技校邮购部邮购项目见报价单，每种10套（件）以下按报价单价格汇款，款到即发货，每种10套（件）以上，按批发价，另来信、电话联系。另备有电动工具配件报价单，需者函索即寄。

**三、邮购全新、二手电器产品项目**

技校在深圳（手机、家电）；广州（二手电视机、空调、摩托车）；广西北海（手机）建了三处发货点儿，新电器质高价廉，二

手电器(日本原装)质量好，价格特便宜，经过半年多运作，已取得丰富经验，获得很大经济效益，所邮购电器产品技校负责一个月保换、一年保修，如愿搞邮购电器产品来信存档，按月给你邮去电器产品邮购报价单，选择邮购。

## 河北省遵化市电动机维修技校邮购部报价单

| 产　品　名　称 | 单位 | 邮购价(元) |
|---|---|---|
| SB－1 型万用绕线模 | 套 | 60.00 |
| SB－2 型万用绕线模 | 套 | 160.00 |
| SB－3 型万用绕线模 | 套 | 80.00 |
| 单相椭圆型万用绕线模 | 套 | 55.00 |
| 单相腰圆型绕线模(大) | 付 | 45.00 |
| 单相腰圆型绕线模(中) | 付 | 40.00 |
| 单相腰圆型绕线模(小) | 付 | 35.00 |
| 洗衣机绕线模 | 套 | 30.00 |
| 吊扇绕线模 | 套 | 20.00 |
| 双速绕线机 | 台 | 50.00 |
| 修理电动机录像带 | 盘 | 200.00 |
| 大号压脚 | 把 | 13.00 |
| 中号压脚 | 把 | 10.00 |
| 小号压脚 | 把 | 10.00 |
| 长把推剪 | 把 | 6.00 |
| 清 槽 锯 | 把 | 6.00 |
| 扁　　铲 | 把 | 12.00 |
| 长杆冲子 | 把 | 6.00 |
| 橡 胶 锤 | 把 | 6.00 |
| 划 线 板 | 个 | 5.00 |
| 清槽钢刷 | 个 | 3.00 |

| 产　品　名　称 | 单位 | 邮购价(元) |
|---|---|---|
| 千分尺 | 个 | 80.00 |
| 《三相电动机修理自学指导》 | 本 | 23.00 |
| 《单相电动机修理自学指导》 | 本 | 14.00 |
| 《电焊机维修与制造》 | 本 | 20.00 |
| 《中频炉维修自学指导》 | 本 | 88.00 |
| 《电动机技术数据全集》 | 本 | 28.00 |
| 《电动机修理记录卡》 | 本 | 15.00 |
| 《多速电动机修理自学指导》 | 本 | 40.00 |
| 《潜水泵修理自学指导》 | 本 | 36.00 |
| 《电动工具修理自学指导》 | 本 | 50.00 |
| 潜水泵铁芯拉拔器(大号) | 付 | 150.00 |
| 潜水泵铁芯拉拔器(中号) | 付 | 140.00 |
| 潜水泵铁芯拉拔器(小号) | 付 | 120.00 |
| 二爪拉拔器(大号) | 只 | 36.00 |
| 二爪拉拔器(中号) | 只 | 32.00 |
| 二爪拉拔器(小号) | 只 | 24.00 |
| 三爪多用拉拔器(大号) | 只 | 70.00 |
| 三爪多用拉拔器(中号) | 只 | 50.00 |
| 三爪多用拉拔器(小号) | 只 | 40.00 |

所邮购产品从邮局汇款，款到即发货，邮购数量少，将产品名称、数量写在汇款单上的“汇款人简短附言”上。数量多来信写清邮来。每种产品超过 10 套(件)优惠供货，来信、电话联系。以上产品新疆、西藏、云南、青海、广西业户按汇款金额另加 5％邮费。

# 附录2　河北省遵化市电动机维修技校面授班、函授班简介

该校自1980年以来举办电动机面授班、函授班多期，积累了丰富的办学经验，又成功创造出修理技术和营销学同步培训，保学员学期内收回学习期间费用，毕业就见经济效益的办学之路。现简介如下：

**一、面授班**

1、三相电动机、单相电动机、多速电动机、电焊机修理与制造培训班。学期1个月，学费300元，学期内每位学员可以最低成本自制一台电焊机。

2、手机、电话机、传真机修理培训班，学期4个月，学费6000元，邮局专业修理工讲课，按学员要求长期供应低价全新、二手手机、电话机、传真机、配件及特约经销商手续。

3、空调制冷培训班，学期2个月，学费500元，期满可组建空调安装队，销售空调，我校负责供应日本原装二手空调。

4、电视机、VCD修理培训班，学期4个月，学费550元，期满技校长期供应日本原装二手电视机、深圳组装的VCD。

5、机动车电器、摩托车修理培训班，学期3个月，学费1000元，期满长期供应日本原装二手摩托车。

6、电动工具修理培训班，学期2个月，学费600元，期满长期供应电动工具及配件。

7、电脑、复印机修理培训班，学期2个月，学费1000元，长期供应日本原装二手电脑和复印机等。

以上7个面授班，技校供应产品，边学习边带本学科电器产品学员自己选择地址实践营销，保学员学期内收回学习期间所有费用，期满保学员能独立工作（一期学不会者，下期免费参加学习），长期供应学员日本全新、二手电器产品，使学员修理促营销，营销带保修，扩大影响，取得更大的经济效益，毕业发本科毕业证书，学校负责安排食宿，费用自理，写清参加学习项目，汇来50元报名费，技校按期邮去入学通知书。

**二、函授班**

本校举办单相电动机函授班多期，积累了丰富的办学经验，单相电动机函授班主要函授各种系列单相电动机（鼓风机、潜水泵等）维修、更换绕组技术，期满达到学员能更换各种单相电动机绕组的程度，学费66元；三相电动机主要函授三相电动机、多速电动机修理技术，学费100元，函授班毕业发遵化市电动机维修技校毕业证书。凡购本校所经营的科技书，学会修理技术，需用毕业证者，本校普通毕业证收费46元；办全国通用毕业证书由石家庄军分区技校办理，收费200元，但只允许填写机电、家电、制冷某一项修理专业。需毕业证者，寄两张一寸免冠照片、写清住址、性别、年龄、民族和应填专业。

函授期间一次邮去函授教材，详细解答学员提出的问题至学会为止。

河北省遵化市电动机维修技校
地址：建设南路33号
校长：王庆伯
电话：0315—6615570
邮编：064200